

I. *Versuch einer Ersteigung des Chimborazo,
unternommen am 16. December 1831 von
J. B. Boussingault.*

(Aus einem Briefe an Alexander v. Humboldt.)

Nach zehnjährigen unablässigen Arbeiten hatte ich die Jugend-Entwürfe, die mich in die neue Welt geführt, verwirklicht. Der Stand des Barometers am Niveau des Meeres zwischen den Tropen war im Hafen von Guayra bestimmt worden, und festgestellt war die geographische Lage der Hauptstädte von Venezuela und Neu-Granada. Zahlreiche Nivellements hatten das Relief der Cordilleren kennen gelehrt. Ich hatte über die Lagerstätte des Goldes und Platins von Antioquia und Choco die genauesten Nachrichten eingesammelt, hatte successiv mein Laboratorium in den Krateren der am Aequator liegenden Vulkane aufgeschlagen, und war endlich so glücklich gewesen, meine Untersuchung über die Abnahme der Wärme in den Intertropical-Andes bis zu der ungeheuren Höhe von 5500 Metern fortzusetzen.

Ich befand mich zu Rio-Bamba, mich ausruhend von meinen jüngsten Ausflügen zum Cotopaxi und Tunguragua. Ich wollte mich meinen Betrachtungen hingeben, wollte gleichsam mich sättigen an dem Anblick dieser majestätischen Gletscher, welche mich so oft für die Wissenschaft begeistert hatten, und welchen ich nun bald auf ewig Lebewohl sagen sollte.

Rio-Bamba ist vielleicht das sonderbarste Diorama in der Welt. Die Stadt an sich hat nichts Merkwürdiges; sie liegt auf einer jener dürrn Hochebenen, welche in den Andes so gewöhnlich sind, und welche alle

wegen ihrer großen Erhebung, ein eigenthümlich winterliches Ansehen haben, das in dem Reisenden ein gewisses Gefühl der Traurigkeit erweckt, ohne Zweifel deshalb, weil man, um bis hieher zu gelangen, die maleischsten Gegenden durchwandert, und weil man nicht ohne Bedauern das Klima der Tropen mit dem Hauch des Nordens vertauscht.

Von meiner Wohnung aus blickte ich auf den Capac-uru, den Tunguragua, den Cubillé, den Carguairazo und endlich im Norden auf den Chimborazo; auch sah ich mehre andere berühmte Berge der Paramos, welche, ohne mit ewigem Schnee beehrt zu seyn, dennoch nicht minder des ganzen Interesses der Geologen würdig sind.

Das mächtige Schnee-Amphitheater, welches auf allen Seiten den Horizont von Rio-Bamba begränzt, bietet unaufhörlich einen Gegenstand der mannigfaltigsten Beobachtungen dar. Sonderbar ist es, den Anblick dieser Gletscher zu den verschiedenen Stunden des Tages zu verfolgen; zu sehen, wie sich ihre scheinbare Höhe, durch die Wirkung der atmosphärischen Strahlenbrechung, von einem Augenblick zum andern verändert. Mit welchem Interesse sieht man nicht auch auf einem so engen Raume alle großen Phänomene der Meteorologie sich erzeugen. Hier beginnt eine jener unermesslich breiten Wolken, welche Saussure so treffend mit dem Namen *Schmarotzerwolken* bezeichnet hat, sich an den mittleren Theil eines Traphytkegels anzuhängen; sie haftet fest daran, der Wind, so stark er bläst, vermag nichts über sie. Bald fährt mitten aus dieser Dampfmasse ein Blitz heraus; Hagel, untermengt mit Regen, überschüttet den Fuß des Berges, während sein Schneegipfel, den das Gewitter nicht erreichen konnte, hell von der Sonne beleuchtet wird. Weiterhin steigt eine Spitze von strahlend glänzendem Eise empor; sie malt sich scharf auf dem Azur des Himmels ab, man unterscheidet alle ihre Umrisse, alle ihre Gestaltungen. Die Atmosphäre ist von merkwürdi-

ger Reinheit, und dennoch bedeckt sich jener Schneegipfel mit einer Wolke. Sie scheint aus seinem Innern hervorzukommen, man könnte glauben Rauch aufsteigen zu sehen; ein wenig später und diese Wolke ist nichts mehr als ein leichter Dunst; bald ist sie ganz zergangen. Allein nicht lange darauf kommt sie wieder zum Vorschein, um abermals zu verschwinden. Diese intermittierende Wolkenbildung ist auf den Gipfeln der mit Schnee bedeckten Berge eine sehr häufige Erscheinung; vor allem beobachtet man sie bei heiterem Wetter, und immer einige Stunden nach der Culmination der Sonne. Unter diesen Umständen kann man die Gletscher mit Condensatoren vergleichen, welche in die hohen Regionen der Atmosphäre emporragen, um die Luft durch Abkühlung auszutrocknen, und solchergestalt das Wasser, welches diese als Dampf enthielt, auf die Oberfläche der Erde zurückzuführen.

Die von Gletschern umringten Hochebenen bieten zuweilen den traurigsten Anblick dar, dann nämlich, wann ein anhaltender Wind aus heißen Regionen feuchte Luft hieher führt. Die Berge werden unsichtbar, und den Horizont verdeckt eine Bank von Wolken, welche die Erde zu berühren scheint. Der Tag ist kalt und feucht, denn diese Dunstmasse ist fast undurchdringlich für die Sonnenstrahlen. Eine lange Dämmerung tritt ein, die einzige, welche man unter den Tropen kennt; denn in der Aequatorialzone folgt die Nacht so plötzlich auf den Tag, daß man glauben sollte, die Sonne erlöschte bei ihrem Untergang.

Ich konnte meine Untersuchungen über die Trachyte der Cordilleren nicht besser beschließen, als durch ein specielles Studium des Chimborazo. Zu diesem Studium hätte man sich zwar nur dem Fuße des Berges zu nähern gebraucht, allein die Hoffnung, die mittlere Temperatur einer sehr hohen Station zu erhalten, trieb mich an, einen Versuch zu seiner Ersteigung zu machen, und

wenn auch meine Hoffnung unerfüllt geblieben ist, so glaube ich doch nicht, daß dieser Versuch ganz ohne Nutzen für die Wissenschaft gewesen seyn werde. Ich nenne hier die Gründe, welche mich auf den Chimborazo geführt haben, weil ich die gefährvollen Besteigungen der Berge sehr tadeln muß, wenn sie nicht im Interesse der Wissenschaft unternommen werden. So ist *Saussure* für mich noch heut der Einzige, der den Gipfel des Montblanc erreicht hat, ungeachtet dieser Berg seit den Zeiten jenes berühmten Reisenden mehr als einmal erstiegen worden ist. Seinen Nachahmern haben wir durchaus Nichts zu danken, weil sie uns Nichts gelehrt, was der Gefahren einer solchen Reise werth gewesen wäre.

Mein Freund, der Oberst Hall, der mich schon auf den Antisana und Cotopaxi begleitet hatte, wünschte sich auch für diese Reise an mich anzuschließen, um die zahlreichen Nachrichten, die er bereits über die Provinz Quito besaß, noch zu vervollständigen, und seine Untersuchungen über die Geographie der Pflanzen fortzusetzen.

Von Rio-Bamba aus zeigt der Chimborazo zwei Abhänge von sehr ungleicher Neigung. Der eine, der nach dem Arenal hin, ist sehr schroff, und man sieht daran viele Trachytspitzen aus Eis hervorragen. Der andere, welcher nach der *Chillapullu* genannten Gegend, unweit Mocha, abfällt, ist dagegen wenig geneigt, aber von einer beträchtlichen Ausdehnung. Nachdem wir den Berg von allen Seiten wohl untersucht hatten, beschlossen wir, uns von dieser Seite her an ihn zu wagen.

Am 14. Dec. 1831 nahmen wir unser Nachtlager in der Meierei am Chimborazo; wir waren so glücklich etwas trocknes Stroh zum Lager und einige Hammelfelle zum Schutz gegen die Kälte vorzufinden. Die Meierei liegt in einer Höhe von 3800 Metern; die Nächte sind kühl, und der Aufenthalt ist desto unangenehmer, als das Holz daselbst sehr selten ist. Wir waren schon in je-

ner Region der Gramineen (*Pajonales*), welche man durchwandert, ehe man die Gränze des ewigen Schnees erreicht. Dort hört der Baumwuchs auf.

Am 15. um 7 Uhr Morgens machten wir uns auf den Weg, geführt von einem Indianer aus der Meierei. Die Indianer der Hochebenen sind in der Regel sehr schlechte Führer, denn da sie nur selten bis an die Schneeegränze hinaufsteigen, kennen sie die Wege, welche zu den Rücken der Gletscher führen, nur sehr unvollständig.

Wir gingen beim Hinaufsteigen einen Bach entlang, der, von zwei Trachytmauern eingeschlossen, sein Wasser von dem Gletscher empfängt. Bald verliessen wir aber diese Spalte, um uns, längs dem Fusse des Chimborazo, auf Mocha zuzuwenden. Wir erhoben uns nur sehr unmerklich. Unsere Maulesel hatten zwischen den am Fufs des Berges angehäuften Gerölln einen mühsamen, beschwerlichen Marsch. Der Abhang wurde sehr steil, der Boden locker und die Maulesel hielten fast bei jedem Schritt ein, um eine lange Pause zu machen; sie gehorchten nicht mehr dem Sporn, athmeten schneller und keicheten. Wir befanden uns damals genau in der Höhe des Montblanc, denn das Barometer zeigte eine Erhebung von 4808 Metern über das Meeresniveau an ¹⁾.

Nachdem wir unser Gesicht mit einer Maske von leichtem Taffent bedeckt hatten, um uns vor den Unfällen zu schützen, die wir auf dem Antisana empfunden hatten, erkletterten wir einen Kamm, der schon an einem sehr hohen Punkt des Gletschers endigte. Es war Mittag. Wir stiegen langsam, und in dem Maasse als wir uns weiter in den Schnee vertieften, wurde die Schwierigkeit des Athmens beim Gehen immer fühlbarer. Wir erholten uns indess leicht, wenn wir alle acht bis zehn Schritt etwas still standen, ohne uns zu setzen. Ich glaube bemerkt zu haben, dafs man, in gleicher Höhe,

1) Der Mont-blanc ist 4810 Meter hoch.

schwieriger auf Schnee als auf Felsen athmet. Weiterhin werde ich dies zu erklären suchen.

Bald erreichten wir einen schwarzen Fels, welcher sich über den Kamm erhob, dem wir gefolgt waren. Wir fuhren fort noch eine Weile emporzusteigen, aber nicht ohne große Ermüdung, veranlaßt durch die geringe Consistenz des schneeigen Bodens, der unaufhörlich unter uns nachgab und in welchen wir zuweilen bis an die Knie versanken. Ungeachtet aller Anstrengungen waren wir bald von der Unmöglichkeit des Weiterkommens überzeugt; denn etwas über den schwarzen Fels hinaus hatte der bewegliche Schnee eine Tiefe von mehr denn vier Fufs. Wir setzten uns auf einen Trachytblock, der einer Insel glich mitten in einem Meere von Schnee. Wir befanden uns in einer Höhe von 5115 Metern. Die Temperatur der Luft betrug 2°,9 C. Es war halb Eins. Nach allen Mühseligkeiten hatten wir uns also nur 307 Meter über den Punkt erhoben, wo wir die Fußswanderung begannen. Ich füllte auf dieser Station eine Flasche mit Schnee, um die in dessen Poren eingeschlossene Luft chemisch zu untersuchen, zu welchem Zweck: wird man weiterhin sehen.

In wenigen Minuten waren wir bis dahin hinabgestiegen, wo wir unsere Maulesel zurückgelassen hatten. Ich benutzte einige Augenblicke, um diese Gegend des Berges geologisch zu untersuchen und eine Reihe Gebirgsarten zu sammeln. Um 3½ Uhr machten wir uns auf den Weg, und um 6 Uhr waren wir wieder in der Meierei angelangt.

Das Wetter war herrlich gewesen. Noch niemals erschien uns der Chimborazo so majestätisch, und nach unserer fruchtlosen Reise konnten wir ihn nicht ohne einigen Verdrufs betrachten. Wir beschlossen nun die Ersteigung von der steilsten Seite her zu versuchen, d. h. von der nach dem Arenal zugewandten Seite. Wir wußten, dafs es diese Seite gewesen, von woher Hr. v. Hum-

boldt hinaufgestiegen. Man hatte uns bald von Rio-Bamba aus den Punkt gezeigt, bis zu welchem derselbe gekommen war; aber wir fanden es unmöglich, genaue Auskunft über den von ihm eingeschlagenen Weg zu erhalten. Die Indianer, welche diesen unerschrockenen Reisenden begleitet hatten, waren nicht mehr am Leben.

Am andern Morgen früh 7 Uhr nahmen wir unsern Weg nach dem Arenal. Der Himmel war merkwürdig rein. Im Osten gewahrten wir den berühmten Vulcan von Sangay, der schon in der Provinz Macas liegt, und den La Condamine im Zustande immerwährender Ausbrüche gesehen hatte. In dem Maasse als wir vorrückten, hob sich der Boden merkbar. Im Allgemeinen steigen die trachytischen Plateaux am Fusse der isolirten Pics, mit denen die Andes wie besäet sind, nur langsam gegen den Fuß dieser Berge an. Zahlreiche und tiefe Spalten, welche diese Plateaux ausfurchen, scheinen alle auf einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt gerichtet, und sie verengern sich zugleich in dem Maasse als sie sich mehr von diesem Mittelpunkt entfernen. Man kann sie nicht besser vergleichen als mit der Oberfläche eines gesprungenen Glases (*verre étoilé*).

Um 2 Uhr machten wir Halt, um im Schatten eines ungeheuren Trachytblocks, dem wir den Namen *Pedro del Almuerzo* gaben, zu frühstücken. Hier machte ich eine Barometerbeobachtung, weil ich hoffte daselbst auch um 4 Uhr Nachmittags wieder beobachten und so für diese Höhe die tägliche Barometerschwankung erfahren zu können. Der Pedro liegt in der Höhe von 4335 Metern. Wir überschritten, auf unsern Mauleseln sitzend, die Schneegränze. Wir waren in 4945 Metern Höhe als wir abstiegen. Der Boden wurde jetzt durchaus unwegsam für die Maulesel. Diese Thiere suchten uns übrigens ihre Mattigkeit mit einem wahrhaft außerordentlichen Instinct begreiflich zu machen; die Ohren, die sie für gewöhnlich spitzen, ließen sie tief herabhängen, und wäh-

rend der häufigen Pausen, die sie zum Athemholen machten, hörten sie nicht auf in die Ebene hinabzublicken. Wenige Reiter haben sich wahrscheinlich bis zu einer solchen Höhe erhoben, allein es ist auch ein mehrjähriger Reitunterricht in den Andes erforderlich, um auf dem Rücken eines Maulesels und auf einem beweglichen Boden bis jenseits der Schneeegränze zu gelangen.

Nach Untersuchung der Oertlichkeit, in welcher wir uns befanden, sahen wir ein, daß wir, um einen zur Spitze des Chimborazo hinaufreichenden Kamm zu fassen, erst einen ungemein schroffen Abhang vor uns erklettern mußten. Er bestand größtentheils aus über einander aufgethürmten Felsblöcken von allen Dimensionen; hie und da waren diese Trachytstücke mit mehr oder weniger ausgedehnten Eisflächen bedeckt, und an mehreren Punkten konnte man deutlich gewahren, daß diese Fels-trümmer auf verhärtetem Schnee ruhten; sie rührten also von neueren Herabstürzungen her, die im oberen Theil des Berges stattgefunden hatten. Diese Herabstürzungen ereignen sich häufig, und mitten in den Gletschern der Cordilleren bestehen, was man am meisten bezweifeln könnte, die Lawinen mehr aus Steinen denn aus Schnee.

Es war 10 $\frac{1}{4}$ Uhr als wir von unsern Mauleseln abstiegen. So lange wir auf Felsen wanderten, empfanden wir keine große Schwierigkeit. Wir stiegen gleichsam eine schlechte Leiter hinan; am beschwerlichsten war die fortwährende Sorgfalt, mit welcher man die Steine aussuchen mußte, auf die man den Fuß mit Sicherheit setzen konnte. Alle 6 bis 8 Schritt schöpften wir Athem, ohne uns indess zu setzen; zuweilen benutzte ich selbst diese Pausen, um Gebirgsarten für meine geognostische Sammlung abzuschlagen. Allein sobald wir eine Schneefläche erreichten, wurde die Sonnenhitze drückend, das Athmen mühsam, und folglich das Ausruhen häufiger nothwendig.

Um 11 $\frac{1}{4}$ Uhr waren wir quer über ein ziemlich ausgedehntes Eisfeld gegangen, in welches wir, zur Siche-

rung unserer Schritte, Stufen hatten einschlagen müssen. Diese Wanderung war nicht ohne Gefahr; ein Rutschen hätte uns das Leben gekostet. Wir betraten nun abermals Trachyttrümmer, festes Land für uns, auf welchem wir uns etwas rascher erheben konnten. Wir wanderten hinter einander, ich voran, dann der Oberst Hall und zuletzt mein Neger, der genau in unsere Fußstapfen trat, damit die ihm anvertrauten Instrumente keine Gefahr liefen. Wir beobachteten ein ganzliches Stillschweigen während unseres Marsches, da die Erfahrung mich belehrt hatte, daß in dieser Höhe nichts mehr angreife als eine anhaltende Unterredung, und wenn wir im Haltmachen einige Worte wechselten, geschah es mit leiser Stimme. Es ist größtentheils diese Vorsicht, der ich es zuschreibe, daß ich mich bei allen meinen Besteigungen von Vulcanen beständig einer guten Gesundheit erfreut habe. Diese heilsame Vorsichtsmaßregel schärfte ich auf eine gleichsam despotische Weise meinen Begleitern ein. Ein Indianer, der sie auf dem Antisana vernachlässigte, indem er den Obersten Hall, der sich, als wir durch eine Wolke gingen, verirrt hatte, aus allen Kräften rief, hatte dafür an einem Schwindel und an einem Anfall von Blutsturz zu leiden.

Bald hatten wir den Kamm erreicht, längs welchem wir hinansteigen mußten. Es war nicht der Kamm, den wir von ferne gesehen hatten. Er trug zwar wenig Schnee, aber er bot schwer ersteigliche Böschungen dar. Es bedurfte unerhörter Anstrengungen, und das Springen ist beschwerlich in diesen luftigen Regionen.

Endlich gelangten wir an den Fuß einer steilen Trachytmauer von mehrern hundert Metern Höhe. Es trat ein sichtbarer Moment der Entmuthigung ein, als das Barometer lehrte, daß wir uns nur in 5680 Meter Höhe befanden. Dieß war wenig für uns, denn es war noch nicht einmal die Höhe, zu welcher wir auf dem Coto-paxi gelangt waren. Ueberdieß hatte Hr. v. Humboldt

eine grössere Höhe erklimmt, und wir wollten doch wenigstens die Station erreichen, auf welcher dieser gelehrte Reisende stehen geblieben war. Die Besteiger der Berge sind nach Entmuthigungen immer sehr zum Sitzen geneigt; auch wir setzten uns auf der Station der *Peña colorada* (des rothen Fels). Es war die erste Ruhe, die wir uns vergönnten. Wir alle hatten einen außerordentlichen Durst, und um ihn zu löschen war es unsere erste Beschäftigung Eisstücke abzusaugen.

Es war 12 $\frac{3}{4}$ Uhr, und dennoch empfanden wir eine ziemlich lebhaft Kälte. Das Thermometer war auf 0°,4 C. gesunken. Wir befanden uns eingehüllt in eine Wolke. Das Haarhygrometer zeigte 91°,5; nachdem die Wolke sich zerstreut hatte, blieb es auf 84° stehen. Eine solche Feuchtigkeit in so grosser Höhe könnte ungewöhnlich erscheinen; allein ich habe sie oft auf den Gletschern der Andes beobachtet, und sie scheint mir auch ganz erklärlich.

Während des Tages ist nämlich die Oberfläche des Schnees in der Regel feucht; der Fels der *Peña Colorado* zum Beispiel war ganz nass; die Luft dicht um die Gletscher konnte also mit Feuchtigkeit gesättigt seyn. Auf dem Mont-blanc sah Saussure sein Hygrometer zwischen 50° und 51° verweilen, während die Temperatur von 0°,5 bis 2°,3 R. schwankte. Es ist nichts Seltenes, selbst am Meeresspiegel einen ähnlichen hygrometrischen Zustand der Luft anzutreffen. In den Cordilleren finden sich die grossen Trockenheiten auf den Hochebenen, welche 2000 bis 3500 Meter erreichen. Zu Quito und Santa Fé de Bogota hat man, wie ich in einer andern Arbeit angeführt ¹⁾, das Hygrometer auf 26° fallen sehen.

Die Unfälle, welche Personen zustiefsen, die Gletscher besuchten, vor allem die oft so tiefen Sprünge der

1) *Récherches sur la cause qui produit le goltre etc. Annal. de chim. et de phys. T. XLVIII p. 41.*

Haut im Gesicht, können also meiner Meinung nach nicht von einer außerordentlichen Trockenheit der Luft herrühren. Diese Verletzungen scheinen mir, wenigstens größtentheils, eine Wirkung des zu starken Lichts zu seyn, weil man die Haut, um sie vor allem Aufreissen zu bewahren, nur mit einfachem farbigen Krepp zu bedecken braucht. Ein so lockeres Gewebe kann offenbar die Haut nicht vor der Luft schützen, aber es reicht hin, das starke Licht zu mäßigen, dem man ausgesetzt ist, wenn die Sonne auf eine Schneefläche scheint. Man hat mir versichert, es sey hinreichend, das Gesicht zu schwärzen, um diese üble Wirkung des Lichts zu verhindern. Ich bin um so mehr geneigt, dieß zu glauben, als der Neger, der mich auf dem Antisana begleitete, zwar, wie ich, wegen vernachlässigter Verschleierung, eine schreckliche Augen-Entzündung zu dulden hatte, ohne aber im Gesicht das Mindeste auszustehen, während es bei mir ganz entstellt war.

Als die Wolke, in welche wir eingehüllt waren, sich zerstreut hatte, untersuchten wir unsern Ruheplatz. Zum rothen Felsen hingesehen, hatten wir auf unserer Rechten einen fürchterlichen Abgrund, und auf unserer Linken, gegen das Arenal hin, erblickten wir einen hinaus-springenden Felsen, der einem Belvedere glich. Es war wichtig dahin zu gelangen, um zu sehen, ob es möglich wäre, den rothen Felsen zu umgehen, und zugleich, ob wir würden höher steigen können. Der Zugang zu diesem Belvedere war mißlich; doch erreichte ich es glücklich mit meinen beiden Begleitern. Ich gewahrte nun, daß wenn wir im Stande wären, eine sehr abschüssige Schneefläche zu erklimmen, die auf einer Seite des rothen Felsens lag, entgegengesetzt der, welche wir anfangs erreicht hatten, wir zu einer noch beträchtlicheren Höhe gelangen würden. Um sich eine einigermaßen richtige Idee von der Topographie des Chimborazo zu machen, denke man sich einen unermesslichen Felsen, der

von allen Seiten durch Strebepfeiler unterstützt wird. Diese Strebepfeiler sind die Kämme, welche sich von der Ebene aus gegen den ungeheuren Block zu legen scheinen, um ihn zu stützen.

Ehe wir diese gefährvolle Wanderung begannen, befaß ich meinem Neger, den Schnee zu untersuchen. Er war von zweckmäßiger Consistenz. Hall und dem Neger gelang es vorzurücken, ich kam ihnen nach, als sie fest genug standen, um mich auffangen zu können, denn um mich wieder mit ihnen zu vereinigen, mußte ich ungefähr 25 Fufs auf dem Eise herabrutschen. Im Moment, wo wir uns wieder auf den Weg machen wollten, kam oben vom Berge ein Stein herab und fiel dicht neben dem Obersten Hall nieder. Dieser strauchelte und fiel. Ich hielt ihn für verwundet, und war nicht eher beruhigt, als bis ich ihn aufstehen, und ein Stück des Steins, welcher sich so plump zur Untersuchung eingestellt hatte, mit der Lupe betrachten sah. Dieser unglückselige Trachyt war identisch mit dem, auf welchem wir einherschritten.

Wir rückten behutsam weiter vor. Rechts konnten wir uns an dem Felsen halten; links war der Abgründ furchtbar. Ehe wir vorwärts gingen suchten wir uns wohl mit den Absturz bekannt zu machen. Diefs ist eine Vorsichtsmaßregel, welche man in Gebirgen nie vernachlässigen muß, wenn man an eine gefährliche Stelle kommt. Saussure hat diels schon vor langer Zeit gesagt, aber man kann es nicht oft genug wiederholen. Auf meinen Streifzügen in den Andes habe ich diese weise Regel nie aus den Augen gesetzt.

Schon begannen wir, mehr als es je zuvor der Fall gewesen, die Wirkungen der Luftverdünnung zu spüren. Wir waren gezwungen alle zwei bis drei Schritt still zu stehen und oft sogar uns auf einige Secunden niederzusetzen. So wie wir uns gesetzt hatten, standen wir aber wieder auf; denn unser Leiden dauerte nur so lange, als

wir uns bewegten. Bald nahm der Schnee eine Beschaffenheit an, welche unsere Wanderung eben so langsam als gefahrvoll machte. Der Schnee war weich und lag kaum drei bis vier Zoll dick; unter ihm befand sich ein sehr hartes und glattes Eis. Wir waren genöthigt Stufen darin einzuhauen, um einen sichern Schritt zu haben. Der Neger ging voran, um diese Arbeit zu vollziehen; allein sie erschöpfte ihn für einen Augenblick. Indem ich ihn vorbeigehen wollte, um ihn abzulösen, glitt ich aus, als ich glücklicherweise noch von Hall und meinem Neger mit Kraft zurückgehalten wurde. Für einen Augenblick standen wir alle drei in der größten Gefahr, Dieser Unfall machte uns für einen Augenblick unschlüssig, aber bald faßten wir neuen Muth und beschlossen wieder vorwärts zu gehen. Der Schnee ward günstiger; wir strengten nochmals alle unsere Kräfte an, und um 3 $\frac{1}{4}$ Uhr waren wir auf dem ersehnten Kamm angelangt. Hier überzeugten wir uns, daß das Weiterkommen unmöglich sey. Wir befanden uns an dem Fusse eines Trachytprismas, dessen obere Fläche, bedeckt mit einer Kuppel von Schnee, den Gipfel des Chimborazo bildete.

Der Kamm, auf welchen wir hinangestiegen, maß nur einige Fuß in der Breite. Auf allen Seiten waren wir von Abgründen umgeben; rings um uns boten sich die seltsamsten Umgebungen dar. Die dunkle Farbe des Felsens kontrastirte auf die schneidenste Weise mit der blendenden Weisse des Schnees. Lange Eiszapfen schienen über unseren Häuptern zu schweben. Man hätte sagen können, ein prachtvoller Wasserfall sey gefroren. Das Wetter war herrlich; nur im Westen zeigten sich einige Wölkchen. Die Luft war vollkommen ruhig; die Aussicht unermeßlich. Unsere Lage war neu, und sie gewährte uns die lebhafteste Genugthuung.

Wir befanden uns in 6004 Metern absoluter Höhe; dieß ist die größte Höhe, zu welcher, glaube ich, sich Menschen je noch in Gebirgen erhoben haben.

Um 2 Uhr stand das Barometer auf 371,1 Linien (13 Zoll 8,5 Lin.) bei 7°,8 C. des Quecksilbers. Im Schatten eines Felsens zeigte das freie Thermometer ebenfalls 7°,8 C. Ich suchte, aber vergeblich, nach einer Höhle, in welcher ich die mittlere Temperatur der Station hätte nehmen können. Ein Fuß unter dem Schnee zeigte das Thermometer 0°; allein dieser Schnee befand sich im Zustande des Schmelzens, also konnte das Instrument keine andere Temperatur anzeigen.

Nach einigen Augenblicken der Ruhe hatten wir uns ganz von unserer Mattigkeit erholt. Keiner von uns empfand die Leiden, über welche die meisten Personen bei Besteigungen von Bergen zu klagen hatten. Drei Viertelstunden nach unserer Ankunft machte mein Puls, wie der des Obersten Hall, 106 Schläge in der Minute. Wir hatten Durst; wir befanden uns offenbar in einem leichten Fieberzustand; aber dieser Zustand war durchaus nicht lästig. Mein Freund war ausgelassen lustig, und seine Laune unerschöpflich, während er beschäftigt war die *Eishölle*, wie er unsere Umgebung nannte, abzuzeichnen. Die Stimme meiner Begleiter war in dem Grade abgeändert, daß es mir unter allen anderen Umständen unmöglich gewesen seyn würde, sie zu erkennen. Das schwache Geräusch, welches die Schläge meines Hammers machten, auch wenn ich mit verdoppelter Kraft auf den Felsen schlug, setzte uns gleichfalls sehr in Verwunderung.

Die Dünnhheit der Luft bewirkt in der Regel bei Personen, die hohe Berge ersteigen, sehr merkbare Wirkungen. Saussure wurde auf der Spitze des Mont-blanc von einem Unwohlseyn, von der Neigung zu einem Herz-Uebel befallen. Seinen Führern, die sämmtlich Eingeborene des Chamouny-Thales waren, erging es eben so. Dieß Unwohlseyn steigerte sich noch, wenn er sich etwas bewegte, oder wenn er, wie bei Beobachtung der Instrumente, seine Aufmerksamkeit auf einen

Gegenstand richtete. Die ersten Spanier, welche in die hohen Gebirge Amerika's eindringen, wurden, wie d'Acosta berichtet, von Uebelkeiten und Unterleibsleiden befallen. Bouguer hatte in den Cordillern von Quito mehre Blutstürze; und dieselben Unfälle stießen auch Hrn. Zumstein auf dem Monte Rosa zu. Eben so fühlten die HH. v. Humboldt und Bonpland bei ihrer Besteigung des Chimborazo am 23. Juni 1802 eine Neigung zum Erbrechen, und das Blut drang ihnen aus Lippen und Zahnfleisch. Was uns betrifft, so fühlten wir zwar, so lange wir in die Höhe stiegen, eine Schwierigkeit im Athmen und eine ungemaine Mattigkeit, aber diese Uebel verließen uns sogleich mit der Bewegung. Salsen wir ein Mal, so glaubten wir in unserem gewöhnlichen Gesundheitszustand zu seyn. Vielleicht ist unsere Unempfindlichkeit gegen die Wirkungen der verdünnten Luft unserem längeren Aufenthalt in den hochgelegenen Städten der Andes zuzuschreiben. Wenn man das Getreibe in Städten, wie Bogota, Micuipampa, Potosi u. s. w. gesehen hat, welche in einer Höhe von 2600 bis 4000 Metern liegen; wenn man Zeuge gewesen ist von der Kraft und der bewundernswürdigen Gewandtheit der Torcadores bei den Stiergefechten in dem 3000 Meter erhobenen Quito; wenn man gesehen hat, wie junge und zarte Frauenzimmer ganze Nächte hindurch tanzen, an Orten, fast eben so hoch wie der Mont-Blanc, wo der berühmte Saussure kaum Kraft genug behielt, um seine Instrumente zu beobachten, und wo seine rüstigen Aelpler, als sie ein Loch in den Schnee graben sollten, in Ohnmacht fielen; wenn man endlich bedenkt, daß eine berühmte Schlacht, die von Pichincha, fast in der Höhe des Monte Rosa geliefert wurde; — so, glaube ich, wird man mit mir übereinstimmen, daß der Mensch sich an das Einathmen der verdünnten Luft von den höchsten Gebirgen gewöhnen könne.

Bei allen Ausflügen, welche ich in den Cordillern

unternahm, ist es mir, bei gleicher Höhe, immer weit lästiger geworden eine mit Schnee bedeckte Anhöhe zu ersteigen, als einen nackten Fels. Wir haben viel mehr gelitten, als wir den Cotopaxi erkletterten, als bei Besteigung des Chimborazo. Auf dem Cotopaxi blieben wir aber auch beständig auf Schnee. Auch die Indianer vom Antisana versicherten uns, daß sie eine Beklemmung (*Ahogo*) verspürten, wenn sie lange auf Schneeflächen marschirten, und ich gestehe, daß ich sehr geneigt bin, die Unannehmlichkeiten, welche Saussure und seine Führer beim Bivouac auf dem Mont-Blanc in der bloßen Höhe von 3888 Metern empfanden, wenigstens zum Theil dieser noch unbekannten Wirkung des Schnees zuzuschreiben. Dagegen haben Bivouacs selbst in der Höhe der Städte Calamarca und Potosi nichts Angreifendes ¹⁾).

Auf den Gebirgen von Peru, in den Andes von Quito, empfinden die Reisenden, wie die Maulesel, auf welchen sie reiten, zuweilen und fast plötzlich eine sehr große Schwierigkeit im Athmen; man versichert, schon gesehen zu haben, wie Maulesel in einem der Asphyxie ähnlichen Zustand niederfielen. Diese Erscheinung zeigt sich nicht immer, und in vielen Fällen scheint sie unabhängig von den Wirkungen der verdünnten Luft. Hauptsächlich bemerkt man sie, wenn viel Schnee auf den Bergen liegt und das Wetter ruhig ist. Es ist auch hier vielleicht der Ort zu bemerken, daß Saussure sich von den auf dem Mont-Blanc verspürten Unbehaglichkeiten erleichtert fand, wenn ein schwacher Nordostwind eintrat. In Amerika bezeichnet man diesen meteorologischen Zustand der Luft, welcher die Respirationsorgane so sehr angreift, mit dem Namen *Soroche*. In der amerikanischen Bergmannssprache bezeichnet *Soroche* Schwefelkies, da das Gestein sich nach dem Aufsteigen in die Höhe eine

1) Nach Hrn. Pentland liegt Calamarca 4141 Meilen hoch, und die höchsten Theile der Stadt Potosi erheben sich bis zu 4166 Meter.

eine Andeutung, daß man die Ursache dieses Phänomens in unterirdischen Exhalationen gesucht hat. Unmöglich wäre diese Ursache nicht, aber natürlicher ist es, den Soroche als eine Wirkung des Schnees zu betrachten.

Die Beklemmungen, welche ich selbst beim Ansteigen auf Schnee zu mehreren Malen erlitten habe, wenn derselbe von der Sonne beschienen wurde, hat mich auf die Vermuthung gebracht, daß sich daraus durch die Wirkung der Sonnenwärme eine merklich verunreinigte Luft entwickeln möge. Unterstützt wurde diese sonderbare Idee durch eine ältere Erfahrung von Saussure, durch welche er gefunden zu haben glaubt, daß die aus den Poren des Schnees entwickelte Luft viel weniger Sauerstoff enthalte, als die Atmosphäre. Die zur Untersuchung genommene Luft war aus den Zwischenräumen des auf dem Col du Géant gesammelten Schnees entbunden. Die Zerlegung wurde von Sennebier mittelst Salpetergases angestellt, und zwar vergleichend mit der Luft von Genf. Die Resultate, wie sie uns von Saussure berichtet werden, waren folgende:

»In Genf gab ein Gemeng aus gleichen Theilen atmosphärischer Luft und Salpetergases zu zweien Malen 1,00. Die Luft aus dem Schnee, auf gleiche Weise geprüft, gab ein Mal 1,85 und ein anderes Mal 1,86 (Rückstand). Diese Probe, die eine große Unreinheit der Luft anzudeuten schien, würde fernere Versuche erfordern, um die Natur des Gases zu erfahren, welches in dieser Luft die Stelle des Sauerstoffs vertrat.«

Seit sehr langer Zeit hegte ich den Wunsch, den Versuch von Sennebier zu wiederholen, denn gesetzt er wäre richtig, die Luft in dem Gebirgsschnee enthielte wirklich weniger Sauerstoff als die gemeine Luft, so begriffe man, wie diese durch die Sonnenwärme entwickelte unreine Luft bei Verbreitung in die Atmosphäre

1) Saussure, *Voyage dans les Alpes*, T. VII p. 472.

Poggendorff's Annal. Bd. XXXIV.

14

die Personen belästigen konnte, welche genöthigt waren sie einzuathmen. Aus diesem Gesichtspunkt füllte ich auf der Station von *Chillapullu* eine Flasche mit Schnee. Als wir wieder in der Meierei des Chimborazo anlangten, war der Schnee gänzlich geschmolzen, und das daraus entstandene Wasser nahm ungefähr ein Achtel der Flasche ein; sieben Achtel ihres Rauminhalts waren also mit einer Luft gefüllt, die größtentheils aus den Poren des Schnees herstammte. Ich sage größtentheils, weil bei dem Einstopfen des Schnees nothwendig eine beträchtliche Menge atmosphärischer Luft mit hineingekommen seyn mußte.

Ich zerlegte die Luft aus dem Schnee von *Chillapullu* sehr sorgfältig mittelst des Phosphor-Eudiometers.

82 Theile Schneeluft hinterließen als Rückstand 68 Theile Stickgas. Es waren also 14 Theile Sauerstoff absorbirt, und folglich enthielt die Luft 0,17 Sauerstoff.

Wenn man nun erwägt, daß die Flasche außer der Luft des Schnees auch atmosphärische Luft enthalten mußte, so wird man geneigt seyn, in dieser Analyse eine Bestätigung des von Saussure auf dem Col du Géant erhaltenen Resultats zu erblicken, und die Schwierigkeit des Athmens auf den von der Sonne beschiene-
nen Gletschern, der Saroche der hohen Gebirge Peru's, würde sich bis zu einem gewissen Punkt erklären, wenn man annähme, daß die einen Gletscher umgebende Luft in dessen Nähe merklich weniger rein sey, als die der übrigen Atmosphäre.

Das von mir erhaltene eudiometrische Resultat ist ohne Zweifel einwurfsfrei; allein ich glaube, es bedarf noch fernerer Versuche, um deutlich zu beweisen, daß die Luft, welche ich analysirte, genau dieselbe war, wie die in den Poren des Schnees vor dessen Schmelzung enthaltene. In der That mußte ich, um mir diese Luft zu verschaffen, das Schmelzen des Schnees abwarten. Die Luft in der Flasche befand sich also in Berührung mit

dem mehr oder weniger lufthaltigen Wasser, welches aus dieser Schmelzung hervorgegangen. Nun weiß man aber, daß unter einem solchen Umstand der Sauerstoff sich leichter im Wasser löst, als der Stickstoff, und daß die Luft, mit welcher Wasser gesättigt ist, immer mehr Sauerstoff enthält, als die atmosphärische. Die Luft, welche in der Flasche blieb, und welche eben die von mir untersuchte war, konnte also weniger sauerstoffreich seyn, ungeachtet in Wirklichkeit die im Schnee enthaltene Luft die gewöhnliche Zusammensetzung haben mochte. Diefes ist der Einwurf, welchen man, streng genommen, meinem Resultate machen kann. Was das Saussure'sche Resultat betrifft, so müßte man, um dasselbe beurtheilen zu können, vor allem wissen, welche Methode dieser berühmte Reisende anwandte, um die hernach von Sennebier untersuchte Luft aus dem Schnee zu entbinden.

Die Physiker, welche hohe Berge besucht haben, stimmen darin überein, daß das Blau des Himmels desto dunkler erscheint, je größer die erreichte Höhe ist. Auf dem Mont-Blanc sah Saussure den Himmel von der Farbe des dunkelsten Königsblau ¹⁾, und bei Nacht, während einer seiner Bivouacs auf demselben Berge, schien, nach seinen eigenen Worten, der Mond mit großem Glanz an einem Himmel so schwarz wie Ebenholz.

Auf dem *Col du Géant* war die Dunkelheit der Farbe des Himmels noch hervorstechender. Saussure ersann ein eigenes Instrument, um Beobachtungen dieser Art vergleichbar zu machen.

Auf unserer Station auf dem Chimborazo schien uns der Himmel, der bei unserer Ankunft von merkwürdiger Reinheit war, keine dunklere Farbe zu besitzen, als unter welcher wir ihn zu Quito gesehen hatten. Allein da ich Gelegenheit gehabt habe, den Himmel auf einer weit geringeren Höhe fast vollkommen schwarz zu sehen, so

1) Saussure, *Voyage*, T. VII p. 321.

berichte ich nur die Thatsachen, wie ich sie beobachtet habe.

Als ich mich auf dem *Tolima* befand, zeigte sich der Himmel in seiner gewöhnlichen Farbe, und doch war ich in der Höhe von 4686 Metern, also wenig unterhalb der Schneegränze.

Auf dem Vulcan *Cumbal* schien mir der Himmel außerordentlich dunkel indigblau. Ich war damals von Schnee umringt, denn die Kuppel des Vulcans ist von einem Gletscher bekränzt. Während der ganzen Zeit, daß ich auf dem *Cumbal* in die Höhe stieg, und so lange ich nicht die Schneegränze erreicht hatte, schien mir diese Farbe viel weniger dunkel.

Bei meiner Besteigung des *Antisana* hatte der Himmel, ehe ich die Schneegränze erreichte, seine gewöhnliche Farbe; so wie ich aber einmal auf der großen Eisfläche war, schien er mir schwarz wie Dinte. Diese Schwärze ward für den Neger, der mein Barometer trug, ein Gegenstand der Bestürzung. Am Abend wurden wir beide von einer Augen-Entzündung befallen, welche uns auf mehrre Tage blind machte.

Als ich darauf den *Cotopaxi* bestieg, versah ich mich und meine Begleiter mit Brillen von farbigem Glase. Nachdem wir fünf Stunden lang auf Schnee gewandert waren, machten wir Halt in 5716 Metern Höhe. Der Himmel, mit bloßen Augen betrachtet, schien uns nicht dunkler zu seyn als von der Ebene aus gesehen, gleich wie wir auf dem *Chimborazo* den Himmel von *Rio-Bamba* und *Quito* wieder fanden. Ich will jedoch nicht läugnen, daß der Himmel auf hohen Bergen wirklich dunkler sey als am Meeresspiegel; ich besaß kein Cyanometer, und bin überdieß ganz geneigt, die von *Saussure* mit diesem Instrumente erhaltenen allgemeinen Resultate anzuerkennen. Ich behaupte bloß, daß jener Farbenunterschied nur durch Vergleichung merkbar werde, und daß jene Schwärze des Himmels, wie man sie zuweilen

auf Gletschern wahrgenommen hat, durch eine Mattigkeit der Gesichtswerkzeuge, vielleicht auch durch die Wirkung eines leicht begreiflichen Contrastes veranlaßt worden sey.

Die Aelpler, welche Saussure auf seiner denkwürdigen Ersteigung des Mont-Blanc begleiteten, behaupteten, Sterne bei hellem Tage gesehen zu haben; dieß war es, was beim Hinaufsteigen zum Gipfel des Berges führte. Saussure selbst war nicht Zeuge dieses Phänomens, seine Aufmerksamkeit war damals auf andere Gegenstände gerichtet; allein er hat keinen Zweifel gegen die einstimmige Aussage seiner Führer geäußert. Auf dem Chimborazo, und ich kann hinzufügen, auf keinem der Berge in den Andes, auf denen ich mich zu Höhen erhoben, weit beträchtlicher als die, zu welchen Saussure je in den Alpen gelangt ist, habe ich die Sterne nicht bei Tage wahrnehmen können. Und doch war ich mehrmals, und namentlich auf der Station der Peña colorada, in den günstigsten Umständen dazu; ich befand mich nämlich im Schatten und am Fuß einer sehr hohen Trachytmauer.

Während wir auf dem Chimborazo mit der Anstellung unserer Beobachtungen beschäftigt waren, hatten wir fortwährend das schönste Wetter, und die Sonne schien so warm, daß es uns gar ein wenig belästigte. Gegen drei Uhr gewahrten wir unten in der Ebene einige Wolken sich bilden; bald rollte der Donner unter unseren Füßen, zwar schwach, aber nachhaltig; wir glaubten anfangs, es wäre ein *Bramido* oder unterirdisches Brüllen. Nicht lange, so umgaben die Wolken den Fuß des Berges, sie erhoben sich zu uns; wir hatten keine Zeit zu verlieren, denn ehe wir überfallen werden konnten, mußten wir über die schlechte Stelle hinweg seyn, sonst liefen wir die größte Gefahr. Ein starker Schneefall oder ein Frost, der den Weg gleitend gemacht, hätte hingereicht, unsere Rückkehr zu verzögern, und wir hat-

ten keinen Mundvorrath, um auf den Gletschern zu übernachten.

Das Herabsteigen war beschwerlich. Nachdem wir ungefähr 300 bis 400 Meter hinuntergestiegen, kamen wir von oben her in eine Wolke. Etwas weiter hinunter begann es zu hageln, wodurch sich die Luft beträchtlich abkühlte. Im Augenblick, wo wir unsern Indianer, welcher unsere Maulesel bewacht hatte, wieder fanden, schüttete die Wolke einen Hagel von solcher Grösse auf uns herab, daß wir es auf den Händen und im Gesicht schmerzhaft empfanden.

Um 4 $\frac{3}{4}$ Uhr öffnete ich mein Barometer am Pedro del Almuero; da wo es des Morgens um 9 Uhr gestanden hatte

auf	457 ^{mm} ,6 bei 10° C. Luft 5°,6 C.
fand ich um 4 $\frac{3}{4}$ Uhr	458 ,2 - 4 ,8 - 3 ,9 -

Unterschied 000^{mm},6.

Sonderbar genug, daß in dieser Höhe die tägliche Barometerschwankung im umgekehrten Sinne stattgefunden hatte, d. h. daß das Barometer von 9 Uhr Morgens bis 4 Uhr Nachmittags gestiegen statt gefallen war, wie es unter den Tropen beständig geschieht. Diese Unregelmäßigkeit rührt wahrscheinlich von einem zufälligen Umstand her; ich bin um so mehr geneigt, dies zu glauben, als ich in der Meierei des Antisana diese Schwankung zwar geringer als in der Ebene, aber doch in demselben Sinne gefunden habe.

In dem Maasse, als wir hinabstiegen, mengte sich ein eisiger Regen unter den Hagel. Die Nacht überraschte uns auf dem Weg; es war acht Uhr, als wir in die Meierei des Chimborazo eintraten.

Die geologischen Beobachtungen, welche ich während dieses Ausflugs zu sammeln vermochte, neigen alle dahin, die Ideen zu bestätigen, welche ich anderswo über die Natur der den Kamm der Andes bildenden Trachyt-

berge ausgesprochen habe; denn auf dem Chimborazo zeigten sich mir alle Thatsachen wieder, welche ich bei Beschreibung der Aequatorial-Vulcane angeführt habe. Offenbar ist dieser ein ausgebrannter Vulcan, wie der Cotopaxi, der Antisana, der Tunguragua und überhaupt alle auf den Plateaux der Andes stehenden Berge. Die Masse des Chimborazo besteht aus einem Haufwerk ganz ohne alle Ordnung über einander gethürmter Trachyttrümmer. Diese oft ungeheueren Trachytstücke eines Vulcans sind im starren Zustand gehoben; ihre Ränder sind scharf; nichts deutet darauf, daß sie in Schmelzung oder nur einmal im Zustand der Erweichung gewesen wären. Nirgends beobachtet man an irgend einem Vulcane Etwas, was auf einen Lavaström schließsen lassen könnte. Niemals ist aus diesen Kratern etwas anderes ausgeworfen als Schlamm-Massen, elastische Flüssigkeiten, und glühende, mehr oder weniger verschlackte Trachytblöcke, welche oft in beträchtliche Entfernungen geschleudert wurden.

Den Fuß des Chimborazo bildet ein Plateau, welches man an den Bächen in der Nähe der Meierei im Detail studiren kann. Hier konnte ich auch erkennen, daß der Trachyt durchaus nicht geschichtet ist, wohl aber nach allen Richtungen hin zerklüftet. Dieses Gestein ist der Hauptmasse nach feldspäthig, gewöhnlich von grauer Farbe, und schließt Augit, so wie Krystalle von glasigem Feldspath ein.

Der Trachyt erhebt sich gegen den Chimborazo, und zeigt oft beträchtliche Spalten, die desto breiter und tiefer werden, je mehr sie sich dem Berge nähern. Man könnte sagen, der Chimborazo habe, als er sich hob, das Plateau zersprengt, welches ihm zur Basis dient.

Das Trachytgestein, welches den größten Theil des Bodens der Provinz Quito ausmacht, bietet wenig Abwechslung dar. Die verworren aufgehäuften Blöcke, welche die vulcanischen Kegel bilden, sind mit dem Gestein,

aus welchem ihre Grundlage besteht, von ähnlicher mineralogischer Beschaffenheit. Diese Kegel und steilen Berge sind ohne Zweifel gehoben durch elastische Flüssigkeiten, welche sich an den Punkten des kleinsten Widerstandes Luft gemacht haben. Der in eine Unzahl von Bruchstücken zertrümmerte Trachyt ist wie er war an die Oberfläche gebracht, gehoben durch Dämpfe, die sich entwickelten. Nach der Eruption mußte der zertrümmerte Fels ein größeres Volumen einnehmen, da alle Stücke nicht wieder dahin gelangen konnten, von woher sie gekommen waren; sie häuften sich also oberhalb der Oeffnung an, durch welche die Entwicklung der Gase stattgefunden hatte.

Es ist genau, was geschehen würde, wenn man in einem harten und compacten Felsen einen tiefen Brunnen ausgehauen hätte, und nun die dabei erhaltenen Steinstücke wieder hineinschütten wollte; bald würde der Brunnen gefüllt seyn, und wenn man fortführe, die Steinstücke längs seiner Axe aufzuhäufen, so würde man über seiner Mündung einen Kegel bilden, der desto höher seyn würde, als der Brunnen tiefer wäre. So sind, wie ich mir denke, der Cotopaxi, der Tunguragua, der Chimborazo u. s. w. gebildet.

Die elastischen Flüssigkeiten, welche, nachdem sie die Trachytkruste zerrissen, sich einen Ausgang durch dieselbe bahnten, mochten die Oberfläche des Bodens mit bedeutenden, in mehr oder weniger großen Tiefen vorhandenen Höhlungen in Gemeinschaft setzen. Und man begreift alsdann, daß die anfangs gehobenen Felsstücke sich später senken und in diese Höhlungen begeben mochten. So mußte sich dann, statt eines über der Eruptionsstelle erhobenen Kegels, eine Vertiefung auf der Oberfläche des Bodens bilden. So begreife ich die so merkwürdigen Senkungen, welche der Krater des Rucupichincha darbietet, so wie den grünen See der Sol-

fatara des Tuqueres, von dem sich anderswo eine ausführliche Beschreibung geliefert habe.

Ich halte demnach die Bildung der Trachytkegel der Cordilleren für später, als die Hebung der Masse der Andes. Es sind dieß indess nicht die jüngsten Hebungen, welche in diesen Bergen statt gefunden haben. In der Nachbarschaft der höchsten Pics, namentlich des Cayambé, des Antisana und des Chimborazo, beobachtet man kleine Berge, zwar noch aus Felsstücken bestehend, aber aus neuerem Gestein, welches merklich vom gewöhnlichen Trachyt abweicht. Es ist schwarz, porphyrartig, und seine Masse, welche Krystalle von glasigem Feldspath einschließt, ist durch Augit gefärbt; die Feldspathkrystalle sind ziemlich selten, und oft glaubt man Basalt zu sehen. Ich habe jedoch niemals Olivin darin angetroffen. Zuweilen ist dieses Gestein compact und in Prismen angeordnet, zuweilen auch schlackenartig, erfüllt mit Löchern. Dann würde man es für Lava nehmen, wenn es etwas beträchtliche Strecken bedeckte; allein nun zeigt es sich immer in Stücken, welche selten Faustgröße erreichen. Dieses Gestein ist offenbar in sehr neuer Zeit herausgetreten. Zu Chorrera de Pisque, bei Ibarra, sieht man eine schöne Colonnade auf einer Alluvion ruhend, Bei dem Pachtgut von Lysco hat sich dieses Gestein im Zustand von Bruchstücken einen Ausgang durch den von ihm gehobenen Trachyt gebahnt. Es ist da, wo Hr. v. Humboldt geglaubt hat einen Lavastrom (*coulée*) aus dem Antisana hervorgetreten zu sehen. In einer anderen Abhandlung habe ich die Gründe entwickelt, welche mich bewogen, der Meinung meines berühmten Freundes nicht beizutreten. Der am Fuß des Chimborazo liegende, erloschene Vulcan von Calpi besteht ebenfalls aus dieser Art von Basalt; wir haben ihn auf unserer Rückkehr nach Rio-Bamba besucht.

Mitten in dem Sande, welcher die ganze Ebene von

Rio-Bamba bedeckt, gewahrt man beim Dorfe Calpi einen Hügel von dunkler Farbe; es ist der Jana-urcu (schwarze Berg).

Am unteren Theile dieses kleinen Berges sieht man Trachyt aus dem Sande hervortreten; er ist von gleicher Natur mit dem, welcher in einiger Entfernung den Chimborazo trägt. Dieser Trachyt scheint stark durchgerüttelt worden zu seyn; er ist voller Spalten und Risse in allen Richtungen. Der Abhang des Jana-urcu, nach Calpi hin, besteht aus kleinen Brocken des schwarzen Gesteins, deren Anhäufung ganz an die Stein-Eruption von Lysco erinnert. Es scheint sogar, daß diese Eruption am Jana-urcu erst nach der Ablagerung des die Ebene bedeckenden Sandes geschah; denn in der Nachbarschaft des Vulcans ist der Boden mit schwarzen schlackigen Steinen bestreut.

Unsere Führer, Indianer von Calpi, brachten uns an eine Spalte, wo man deutlich das Geräusch eines unterirdischen Wasserfalls hörte; und nach der Stärke dieses Geräusches zu urtheilen, mußte die Wassermasse, welche dasselbe veranlafte, beträchtlich seyn.

Die Unfruchtbarkeit des Bodens von Latacunga bis Rio-Bamba hat mich mehrmals in Verwunderung gesetzt.

Ich fragte mich, warum die Gletscher der hohen Berge, welche diese Gegend beherrschen, nicht Bäche in Menge veranlafsten. Die Trockenheit dieser Hochebene ist indess bloß oberflächlich; es scheint gewiß, daß die Wasser dieser Berge in den lockeren Boden eindringen, und dann mehr oder weniger tief im Innern desselben circuliren. Der unterirdische Wasserfall vom Jana-urcu ist schon ein Beweis davon, und fernere Beweise liefern die oft sehr ergiebigen Quellen, die man, beim Hinabsteigen in die tiefen Schluchten, welche das Alluvial-Gebiet dieser Hochebene ausfurchen, an mehreren Orten zu Tage kommen sieht.

Ganz dicht bei Latacunga, zwischen dieser Stadt und

dem Cotopaxi, giebt es eine Quelle, welche man beim Graben in dem bimssteinigen Conglomerat einige Meter unter der Oberfläche angetroffen hat. Sie wird von den Indianern *Timbo-pollo* genannt. In Wirklichkeit ist es aber keine Quelle, sondern ein unterirdischer Fluß, denn das Wasser erneut sich unaufhörlich, und man nimmt selbst die Richtung der Strömung sehr deutlich gewahr. Die Temperatur dieses unterirdischen Flusses habe ich zu 18°,8 C. gefunden; die mittlere Temperatur von Latacunga ist 15°,5 C.

Am 21. Dec. waren wir nach Rio-Bamba zurückgekehrt, wo ich noch einige Tage verweilte, um die Beobachtungen, welche ich mir vorgesetzt hatte, zu vollenden.

Am 23. Dec., Nachmittags, verließ ich Rio-Bamba, meinen Weg nach Guayaquil nehmend, wo ich mich einzuschiffen hatte, um die Küste von Peru zu besuchen.

Angesichts des Chimborazo trennte ich mich vom Obersten Hall, dessen Zutrauen und Freundschaft ich mich während meines ganzen Aufenthalts in der Provinz Quito zu erfreuen hatte. Seine genaue Kenntniß der Oertlichkeiten ist mir vom größten Nutzen gewesen, und eben so habe ich in ihm einen vortrefflichen, unermüdlichen Reisegefährten gefunden. Wir beide haben endlich sehr lange der Sache der Unabhängigkeit gedient. Unser Abschied war rührend; es war, wie wenn uns Etwas sagte, daß wir uns nicht wiedersehen sollten. Und leider war dieß traurige Vorgefühl nur zu gegründet. Einige Monate hernach wurde mein unglücklicher Freund in einer Straß von Quito ermordet.

II. *Prüfung der neuerlich gemachten Bestimmungen über die Volumsveränderungen des Wassers in verschiedener Wärme, und über die Wärme für die größte Dichtigkeit des Wassers; von Gustav Gabriel Hällström.*

(Kongl. Vetensk. Acad. Handling. f. 1833.)

Zehn Jahre sind bereits verflossen, seitdem ich die Ehre hatte, der Königlichen Academie von meinen damaligen Bemühungen zur näheren Bestimmung der Volumsveränderungen des Wassers in verschiedener Wärme und des der größten Dichtigkeit des Wassers entsprechenden Wärmegrads Rechenschaft abzulegen ¹⁾. Zu dieser Bestimmung bediente ich mich hauptsächlich der hydrostatischen Methode, indem ich Wasser von verschiedener Wärme in einer Glaskugel wägte, deren Ausdehnung durch Wärme ich besonders ausgemittelt hatte. Solchergestalt fand ich, nachdem die erforderlichen Berichtigungen, wie ich glaube, hinlänglich angebracht worden, daß die Dichtigkeit γ des Wassers bei t Graden Celsius zwischen $t=0$ und $t+32,5$ ausgedrückt werde durch die Gleichung:

$$\gamma = 1 + 0,000052939t - 0,0000065322t^2 + 0,00000001445t^3,$$

welche die größte Dichtigkeit des Wassers giebt bei der Temperatur $t=4^{\circ},108 \pm 0,238$.

Dieses Resultat galt für zuverlässig, und wurde auch vom Professor Muncke in Heidelberg ²⁾ für am genauesten mit den directen Messungen übereinstimmend erklärt,

1) Annal. Bd. I S. 129.

2) Gehler's physikalisches Wörterbuch, neu bearbeitet, Bd. I Art. Ausdehnung, S. 614.

bis derselbe, verdienstvolle Naturforscher, durch eigene neue und mühsam angestellte Beobachtungen und Berechnungen, ein vom meinigen etwas abweichendes Resultat bekam, nämlich für das Wasservolum bei der Temperatur t° C.

$$v=1-0,000059473t+0,0000082100t^2$$

$$-0,00000006214t^3+0,000000000289t^4,$$

welche Gleichung die grösste Dichtigkeit des Wassers auf $t^{\circ}=3^{\circ},78$ verlegt ¹⁾. Diese seine Angabe hält er für genauer als alle früheren, weshalb er ihr auch nach unternommener Prüfung den Vorzug vor den älteren giebt ²⁾. Dabei äussert er, das von mir gefundene Resultat könne nicht auf den erforderlichen Grad von Genauigkeit Anspruch machen ³⁾, und führt zur Stütze dieses Urtheils folgende vermeintliche Gründe an: 1) dafs, wiewohl ich bei meinen Versuchen über die Ausdehnung des Glases die Vorsicht getroffen, von der Glashütte Röhre und Kugel auf ein Mal, aus der Glasmasse desselben Schmelztiegels geblasen, zu verlangen, es sich doch fragen lasse, ob beide von dem nämlichen Glase gewesen seyen, da, wie bekannt, in einem und demselben Tiegel die schwerere Masse zu Boden sinke; 2) dafs es unentschieden sey, ob ungleich dickes ⁴⁾, und ungleich abgekühltes Glas demselben Ausdehnungsgesetze folge; und hauptsächlich 3) dafs in einer veränderlichen warmen Wassermasse einzeln horizontale Schichten von ungleicher Dichtigkeit vorkommen, woraus dann folge, dafs das Wasser nicht sechs oder zehn Secunden lang ruhig stehe, während doch

1) Siehe Jessen Abhandlung in den *Mémoires présentés à l'Académie imp. des sciences de St. Petersbourg par divers savans*, T. I Livraisons 3. et 4. 1830, p. 249.

2) Gehler's VVörterb. Bd. IV S. 1491.

3) Angeführte Abhandlung, S. 251.

4) Dagegen sieht er es früher in Gehler's VVörterb. Bd. I S. 577 Zeile 9 als entschieden an, dafs in dieser Beziehung zwischen dickem und dünnem Glase keine Verschiedenheit stattfindet.

zur Wägung und zur Bestimmung der Gewichte eine weit längere Ruhe erforderlich sey.

So oberflächliche Einwürfe erfordern eine wenig umständlichere Widerlegung. Ich brauche nur zu bemerken: 1) dafs kein Grund zu dem ersten Einwurf vorhanden ist, da ich ausdrücklich angegeben habe ¹⁾, dafs ich bei meiner Untersuchung eine Kugel und eine Röhre anwandte, die zur selben Zeit aus demselben Schmelztiegel und derselben Masse, folglich nicht die eine von oben, und die andere von unten aus dem Tiegel genommen worden waren; und weshalb sollte man annehmen, dafs sie ungleich abgekühlt worden, da alle Wahrscheinlichkeit vorhanden war, dafs Stücke von derselben Blasung auch in demselben Ofen abgekühlt werden. — 2) Dafs wenn dünnes und dickes Glas nicht demselben Ausdehnungsgesetze folgt, der Tadel nicht blofs meine, sondern in gleichem Maafse auch Muncke's eigene Beobachtungen rifft, da die dabei benutzten Kugeln und Röhren nicht von gleich dickem Glase waren; und 3) dafs das Wasser sich nur in dem Fall in horizontalen Schichten von ungleicher Dichtigkeit ablagert, und dadurch in beständige Bewegung kommt, wenn die Temperatur aufserhalb des Gefäßes verschieden ist von der des Wassers in demselben, dafs aber alle solche Bewegung aufhört, sobald die ganze innere Wassermasse die Wärme des äufseren Elements erhält. Ich habe ausdrücklich gesagt, dafs das von mir untersuchte Wasser sich in einem Gefäfse befand, dafs in einem anderen ebenfalls mit Wasser gefüllten stand, und dafs dieß letztere Wasser durch Vermischen und Umrühren zu einer gleichförmigen und der erforderlichen Temperatur gebracht wurde, welche dadurch Zeit erhielt, sich dem inneren Wasser mitzutheilen, wodurch dieses zuletzt in Ruhe kommen, und zur Wägung der Glaskugel geschickt werden mußte, so lange das äufserer sich bei unveränderter Temperatur erhielt.

1) Poggendorff's Annalen, Bd. I S. 149.

Meinerseits könnte ich ebenfalls diese und jene Bedenklichkeit bei Muncke's Beobachtungen auffinden; allein ich sehe zugleich ein, daß die Wahrheit und die Wissenschaft durch Aufwerfung bloßer Zweifel wenig gewinnt. Gern bediene ich mich daher jener verdienstvollen Arbeit, so wie sie ist, zu einer Prüfung, welcher die Wissenschaft für jetzt um so mehr bedarf, als auch ein dritter Mitarbeiter über diesen Gegenstand, Professor Stampfer in Wien, neuerlich Resultate gefunden und bekannt gemacht hat, welche von denen seiner Vorgänger abweichen. Er gebrauchte ganz dasselbe Verfahren, welches ich anwandte, nur nahm er zur Wägung einen hohlen Cylinder von Messing, dessen Ausdehnung berichtigt wurde. So fand er die Dichte γ des Wassers bei t^0 C.

$$\gamma = 1 + 0,000060939t - 0,0000084246t^2 \\ + 0,00000005801t^3 - 0,0000000001217t^4,$$

wornach die größte Dichtigkeit des Wassers bei $t=3^0,75$ C. eintritt ¹⁾).

Da wir alle drei bei Anstellung der Versuche so bedachtsam verfahren, als es nur möglich war und die Umstände zu erfordern schienen, wir daher einander nicht unbewiesene, bloß vermuthete Mängel vorwerfen dürfen, so fragt es sich bloß im Interesse der Wissenschaft, wo liegt die Wahrheit, so weit unsere Beobachtungen sie ausmitteln können. Wenn also die größte Dichtigkeit des Wassers gefunden ist

durch meine Versuche bei $t=4^0,108$ C.

- Muncke's - - - $t=3,78$ -
- Stampfer's - - - $t=3,75$ -

was ist die richtige Temperatur für diesen Fall? woher kann die Verschiedenheit unserer Beobachtungen entstanden seyn? Dieß ist's, worüber ich beabsichtige eine genaue und unpartheiische Prüfung vorzunehmen. Und da

¹⁾ Poggendorff's Annalen, Bd. XXI S. 75.

kein Grund vorhanden ist, im Voraus die Versuche und Beobachtungen des Einen für weniger zuverlässig als die des Andern zu halten, so kommt es nur darauf an, nachzuforschen, ob gegen die Berechnung etwas zu erinnern sey. Zum Glück für die Wissenschaft sind auch die Rechnungsmethoden bereits so vervollkommt, daß man durch sie allein den relativen Werth einer jeden Beobachtungsreihe zu bestimmen vermag.

Was zunächst die Berechnung meiner Beobachtungen, als der ältesten der in Frage stehenden, betrifft, so habe ich sie umgearbeitet, nicht wegen des Urtheils, welches Muncke ¹⁾ und Stampfer ²⁾ über meine Bestimmung der Ausdehnung des von mir gebrauchten Glases gefällt haben, oder weil die Berechnung unrichtig wäre, sondern nur, um auf eine directere Weise, als es in den *K. Vetensk. Acad. Handl. f. 1823, p. 226* ³⁾, geschehen ist, die wahrscheinliche Unsicherheit der Versuche zu bestimmen. Durch directe und mit der von mir angewandten Glasart eigends angestellte Messungen und Berechnungen, worin nicht im Mindesten etwas anderes, als was die Natur mir gezeigt hat, vorkommt, und woran ich deshalb nicht das Geringste zu widerrufen oder zu ändern finde ⁴⁾, habe ich gefunden, daß die Glaslänge

1) Gehler's Wörterbuch, Bd. I. S. 577.

2) Poggendorff's Annalen, Bd. XXI S. 117.

3) Poggendorff's Annalen, Bd. I S. 167.

4) Das ganze Detail dieser Untersuchung findet sich an der zuletzt citirten Stelle umständlich angegeben. Die, welche darauf bestehen, darin eine vorsätzliche Unrichtigkeit oder eine unerlaubte Willkühr zu finden, verrathen eine Denkweise, welche für ihre eignen Angaben wenig Vertrauen erweckt. Nicht einmal jetzt sehe ich darin einen Umstand, der mein Urtheil hätte irren leiten können. Zu versuchen, durch neue Beobachtungen auszumitteln, wie weit dieß damals der Fall gewesen wäre, ist jetzt unmöglich, da das untersuchte Glas bei dem Brande von Åbo zerstört wurde. Glücklicherweise halte ich dieß auch

länge G für t° C. ausgedrückt wird durch die Gleichung:

$$G = 1 + 0,00000196t + 0,000000105t^2$$

Die Richtigkeit dieser Gleichung hat man bezweifeln wollen, aus dem Grunde, weil sie nicht mit den Angaben Anderer übereinstimmt, wobei man aber vergessen hat, daß Andere nicht mein Glas-Individuum untersucht haben. Das Verhalten desselben verlangt keine Aenderung in dem, was Andere bei ihren Glase gefunden haben. Zum fernerweitgem, wiewohl indirectem, aber doch überzeugendem Beweise der Richtigkeit dieser Behauptung diene die Bemerkung, daß, während ich mit Anwendung obiger Gleichung die größte Dichtigkeit des Wassers bei $t = 4^{\circ}, 108$ C. fand, was sich nur um $\frac{1}{4}$ Grad von der Angabe Muncke's entfernt, der von mir gefundene Werth für die größte Dichtigkeit des Wassers ohne Glas correction, nämlich:

$$y' = 1 + 0,0000588t - 0,00000622t^2 + 0,0000000144t^3$$

das Maximum nach dieser Correction, zufolge der Bestimmung von

Lavoisier (französisches Glas) giebt bei $t = 2^{\circ}, 6$ C.

(englisches Glas) $t = 2,8$

Roy $t = 2,8$

Dulong und Petit $t = 2,7$

Horner $t = 2,5$

Muncke $t = 2,6$

Diese Resultate weichen, wie man allgemein zugeben wird, so stark von dem richtigen Werthe ab, daß deutlich daraus hervorgeht, sowohl, daß das an andern Orten bestimmte Gesetz der Ausdehnung des Glases durch-

nicht für nöthig, wenn man das weiterhin Angeführte erwägt, und zugleich weiß, daß das in Finnland verfertigte Glas so un-
gemein schwer schmelzbar ist, daß es zur Bearbeitung vor der Glasblaselampe nicht gebraucht werden kann, wodurch es auch seine Verschiedenheit von den Glassorten von anderen Orten an den Tag legt.

aus nicht auf die von mir gebrauchte Glaskugel angewandt werden kann und darf, als auch, daß die, welche darauf dringen, daß dieß dennoch geschehen, oder die Ausdehnung meines Glases mit den Resultaten Anderer übereinstimmen müsse, gar nicht recht bedacht haben, worauf sie in der Eile bestanden.

Der Natur der Sache nach konnte ich das genannte Gesetz entweder so gebrauchen, daß ich erst nach den uncorrigirten Angaben für die Ausdehnung des Wassers den Werth y' berechnete und diesen auf ein Mal mit dem gefundenen Werthe G corrigirte, oder auch so, daß ich den aus jedem einzelnen Versuch hervorgehenden Werth für die Dichtigkeit oder das Volum des Wassers für sich mit dem entsprechenden Werth von G corrigirte und nach diesen so erhaltenen Bestimmungen die Formel berechnete. Den ersten Weg schlug ich früher ein, den letzteren will ich jetzt einschlagen, theils der Controle halber, theils, und hauptsächlich aber, um dadurch die wahrscheinliche Unsicherheit in den Coëfficienten, welche das Maximum der Dichtigkeit des Wassers bestimmen, mit geringerem Umwege zu finden. Ich habe mich dadurch versichert, daß die Wahrheit dabei gewinnen werde.

Durch Berichtigung der aus den einzelnen Versuchen gefundenen Werthen mit G entstehen folgende Bestimmungen:

Wärme Celsius.	Berichtigtes Volum des Wassers.	Wärme Celsius.	Berichtigtes Volum des Wassers.	Wärme Celsius.	Berichtigtes Volum des Wassers.
0°	1,000000	10°,0	1,000088	21°,0	1,002308
0,8	0,999984	10°,5	1,000156	25°,1	1,002510
1,0	0,999973	11°,0	1,000224	25°,5	1,002649
1,1	0,999968	15°,2	1,000653	25°,7	1,002691
1,3	0,999944	15°,4	1,000681	26°,5	1,002894
1,4	0,999957	16°,0	1,000810	27°,0	1,003029
1,8	0,999929	16°,3	1,000818	27°,2	1,003080
2,0	0,999912	16°,8	1,000918	27°,6	1,003223
2,2	0,999907	17°,0	1,000977	27°,9	1,003273
2,5	0,999890	17°,5	1,000999	28°,2	1,003353
3,0	0,999877	17°,8	1,001053	29°,0	1,003584
3,7	0,999895	18°,0	1,001129	29°,4	1,003693
4,0	0,999879	18°,7	1,001192	30°,0	1,003944
4,8	0,999879	19°,0	1,001296	30°,4	1,004016
5,0	0,999881	20°,0	1,001474	30°,6	1,004083
5,7	0,999906	20°,2	1,001495	31°,0	1,004173
6,2	0,999918	20°,4	1,001537	31°,2	1,004259
6,7	0,999922	20°,5	1,001546	32°,0	1,004664
8,0	0,999979	21°,0	1,001673	32°,2	1,004608
8,6	1,000010	21°,2	1,001658	32°,3	1,004673
9,0	1,000027	22°,0	1,001790	32°,5	1,004764

Wenn diese Werthe unter Benutzung der Gleichungsform:

$$v - 1 = at + bt^2 + ct^3,$$

wobei v das Wasservolum bei der Wärme t ist, nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet werden, findet sich:

$$0 = - 2,629822 + 24599,34 \cdot a + 639442,9 \cdot b + 17499371 \cdot c$$

$$0 = - 73,534005 + 639442,9 \cdot a + 17499371 \cdot b + 494845620 \cdot c$$

$$0 = - 2106,02324 + 1749937,1 \cdot a + 494845620 \cdot b + 14317580568 \cdot c$$

und:

$$\Sigma(v - 1)^2 = 0,000311708023.$$

Daraus wird erhalten:

$$a = -0,000049976 \quad ; \quad \log a = 0,6987652 - 5n$$

$$b = +0,0000062453 \quad ; \quad \log b = 0,7955520 - 6$$

$$c = -0,0000000076445 \quad ; \quad \log c = 0,8833507 - 9n$$

oder:

$$1) \quad v = 1 - 0,000049976t + 0,0000062453t^2$$

$$- 0,000000007645t^3,$$

so wie die Summe der Quadrate der rückständigen Fehler:

$$S = 0,00000005806$$

und die wahrscheinliche Unsicherheit in v , a , b , c :

$$\varepsilon'' v = 0,00002098 \quad ; \quad \varepsilon'' a = 0,00000122$$

$$\varepsilon'' b = 0,000000138 \quad ; \quad \varepsilon'' c = 0,000000003.$$

Folglich giebt die Gleichung:

$$\frac{dv}{dt} = 0 = -0,000049976 + 0,0000124906t$$

$$- 0,00000002292t^2$$

den Werth von t für das kleinste Volum oder die größte Dichtigkeit des Wassers, nämlich $t = 4^{\circ},031$ C.

Wenn man, um den wahrscheinlichen Fehler für t zu finden, in der letzten Gleichung $0 = a + 2bt + 3ct^2$ macht $t = 4 + z$, so findet man approximativ, aber hinlänglich genau:

$$z = -\frac{1}{2} \frac{a + 8b + 48c}{b + 12c} \quad \text{oder} \quad t = 4 - \frac{1}{2} \cdot \frac{a + 8b + 48c}{b + 12c}$$

und folglich den wahrscheinlichen Fehler:

$$\varepsilon'' t = \frac{1}{2} \varepsilon'' \left(\frac{a + 8b + 48c}{b + 12c} \right).$$

Aber nach den von Gauss entwickelten Gründen ist:

$$\varepsilon'' \left(\frac{a + 8b + 48c}{b + 12c} \right) = \left(\frac{a + 8b + 48c}{b + 12c} \right) \times$$

$$\sqrt{\left\{ \left(\frac{\varepsilon''(a + 8b + 48c)}{a + 8b + 48c} \right)^2 + \left(\frac{\varepsilon''(b + 12c)}{b + 12c} \right)^2 \right\}}$$

und:

$$\varepsilon''(a + 8b + 48c) = \sqrt{(\varepsilon''a)^2 + 64(\varepsilon''b)^2 + 2304(\varepsilon''c)^2}$$

so wie:

$\varepsilon''(b+12c) = \sqrt{(\varepsilon''b)^2 + 144(\varepsilon''c)^2}$,
 weshalb:

$$\varepsilon''t = \frac{1}{2} \left(\frac{a+8b+48c}{b+12c} \right) \times$$

$$\sqrt{\left\{ \frac{(\varepsilon''a)^2 + 64(\varepsilon''b)^2 + 2304(\varepsilon''c)^2}{(a+8b+48c)^2} + \frac{(\varepsilon''b)^2 + 144(\varepsilon''c)^2}{(b+12c)^2} \right\}}$$

oder mit Ausschluss der letzten Gröfse, die wegen ihrer Kleinheit hier keine so grofse Aenderung bewirkt, dafs auf sie brauchte Rücksicht genommen zu werden:

$$\varepsilon''t = \frac{\sqrt{(\varepsilon''a)^2 + 64(\varepsilon''b)^2 + 2304(\varepsilon''c)^2}}{2b+24c}$$

$$= 0,031 \sqrt{18,793} = \pm 0^{\circ},134,$$

mithin die gröfste Dichtigkeit des Wassers bei $t = 4^{\circ},031 \pm 0,134$ Celsius. Dieser Werth ist von dem früheren nur um $0^{\circ},077$ verschieden, scheint ihm aber vorgezogen werden zu müssen, weil er sich zwischen engeren Gränzen hält.

Muncke giebt drei von ihm gefundene Beobachtungsreihen an, welche, wie er an mehr als einer Stelle versichert, einen ausgezeichneten Grad von Zuverlässigkeit besitzen, und welche also für weit vorzüglicher als meine von ihm verworfene angesehen werden müfsten. Der unpartheiische, blofs die Sache, nicht die Person berücksichtigende Calcül mag entscheiden, ob und wie weit dieses Urtheil mit der Wirklichkeit übereinstimme. Er benutzte die von De Luc angewandte Methode, beobachtete nämlich den Stand des in zwei thermometerähnliche, mit Glasröhren versehene Kugeln eingeschlossenen Wassers bei verschiedenen Temperaturen. Die eine *A*, von 0,75 Par. Zoll Durchmesser, enthielt 0,22, die andere *B*, von 1,25 Par. Zoll Durchmesser, 1,02 Par. Kubikzoll Raum. Durch eingefülltes Quecksilber von verschiedener Wärme bestimmte er die Ausdehnung beider Gläser, und gebrauchte dann die gröfsere Kugel *B* zur Erhaltung der Reihe No. 1 und die kleinere *A* zu der Reihe No. 2. Ueberdies füllte derselbe, zum Behufe

besonderer Versuche, die Kugel *A* mit Wasser und so viel Quecksilber, als, der Berechnung nach, die Ausdehnung des Glases compensiren mußte, wodurch also die beobachtete Wasservolum bedeutend vermindert wurde; damit erhielt er die Beobachtungsreihe No. 3.

Wiewohl diese Reihen nach dem ungleichen Betrag der kleinen Wassermengen nothwendig von ungleichem Gewichte seyn müssen, besonders da Muncke selbst angiebt, daß die Reihe No. 1, zuletzt erhalten, nachdem er durch anhaltende Uebung die mannigfaltigen, hier in Betracht kommenden Nebenumstände kennen, und die daraus leicht entspringenden Fehler vermeiden gelernt, den übrigen vorzuziehen sey, hat er sie doch alle in gleichem Maaße angewandt, und in den Fällen, wo mehre Angaben für dieselbe Wärme gefunden wurden, das arithmetische Mittel, dagegen für solche Temperaturen, bei denen nur in einer Reihe beobachtet wurde, einzelne Werthe als Grundlage zu seiner Rechnung genommen. Und wiewohl in allen Reihen Beobachtungen für die Wärme von 1° bis 7° angestellt wurden, hat er diese doch, zur Vermeidung negativer Größen, von der Berechnung ausgeschlossen, und folglich die Angaben außer Acht gelassen, die bei der Frage über die größte Dichtigkeit des Wassers gerade die wichtigsten sind und den größten Einfluß ausüben müssen. Ohne sie muß folglich diese Bestimmung nothwendig weniger richtig seyn, als im Fall sie mit den übrigen zu dem Resultat hinzugezogen worden wären. Solchergestalt kommt er zu Bedingungsgleichungen, deren Form beweist, daß wenn er auch die Methode der kleinsten Quadrate anwandte, er doch wenigstens die Vorschriften der Gauß'schen Eliminationsmethode nicht benutzte zur Auffindung der oben angegebenen Endgleichung, deren Coefficienten bis zur dritten Decimale berechnet sind, wiewohl sich aus dem Vergleich der Beobachtungs- und Berechnungsergebnisse ergibt, daß der wahrscheinliche Fehler, wel-

ber durch den Gebrauch der Formel begangen wird, schon die vierte Decimale afficirt. Dieser Vergleich giebt nämlich die Summe der Quadrate der Fehler

$$S = 0,000001196$$

und den wahrscheinlichen Fehler 0,00012; wenn aber schon die vierte und fünfte Decimale unsicher sind, müssen die übrigen 25 als ziemlich unnütz erscheinen. Daneben liefern auch die von Muncke selbst (S. 300 bis 302) gegebenen Unterschiede zwischen den beobachteten und berechneten Werthen einen unwidersprechlichen Beweis davon, dafs entweder die Beobachtungen oder die Berechnung, oder beide einigem Einwurf ausgesetzt sind. Diese Unterschiede müßten nämlich, wenn kein constanter Fehler auf die ersten einwirkte, und wenn zugleich die letztere gehörig ausgeführt wurde, über die ganze Reihe einigermaßen gleichmäfsig vertheilt seyn; allein diefs ist nicht der Fall, sondern sie nehmen deutlich mit der Wärme zu. Er fand sie so, wie es folgende Tafel zeigt:

Wärme.	Unterschiede.	Wärme.	Unterschiede.
5°	+0,0000040	55°	+0,0001851
10	—0,0000082	60	+0,0001965
15	+0,0000057	65	+0,0002701
20	—0,0000429	70	—0,0000794
25	—0,0000118	75	+0,0002748
30	—0,0000048	80	+0,0002384
35	—0,0000691	85	+0,0001737
40	—0,0000372	90	—0,0000202
45	—0,0000276	95	—0,0003956
50	+0,0000367	100	—0,0008433

Man sieht deutlich, dafs diese Zahlen stärker zunehmen als im einfachen Verhältnifs der Wärme, und dafs sie bei vollständiger Berechnung die Gleichung für eine Curve geben würden. Um Weitläufigkeit zu vermeiden, mögen sie hier nur nach der einfacheren, aber für

den Zweck hinreichend genauen Functionsform $x=a+\beta t$ berechnet werden. Die Quadrat-Methode giebt dann:

$$0,0029251 = 20\alpha + 1050\beta$$

$$0,2318076 = 1050\alpha + 71750\beta,$$

woraus:

$$\alpha = -0,0001008 \text{ und } \beta = 0,000004706$$

oder:

$$x = -0,0001008 + 0,000004706 t.$$

Daraus findet man, daß zwischen $t=0$ und $t=100$, x variirt von $-0,0001008$ bis $+0,0003698$, was unwiderleglich beweist, daß sich ein mit der Wärme zunehmender constanter Fehler, der durch die Berechnung nicht eliminirt werden kann, eingeschlichen, und nothwendig eine Unrichtigkeit in dem Hauptresultat herbeigeführt hat.

In der Vermuthung, daß ein zuverlässigeres Resultat erhalten werden möchte, wenn Muncke's beste Reihe allein, und nicht alle dessen 48 Angaben ¹⁾ benutzt würden, unternahm ich eine Berechnung derselben nach der Methode der kleinsten Quadrate, wandte aber nur die drei ersten Potenzen des Wärme-Ausdrucks an, weil ich deutlich sah, daß durch Einführung mehrer Glieder nichts gewonnen werde. Ich fand dann Folgendes:

Reihe No. 1.

$$25,147173 = 82004a + 5772096b$$

$$+ 458676392c$$

$$1987,6063 = 5772096a + 458676392b$$

$$+ 38738740776c$$

$$167100,41 = 458676392a + 38738740776b$$

$$+ 3387826129064c$$

welche mit dem außerdem gefundenen Werth:

$$\Sigma(\nu-1)^2 = 0,00862061$$

geben:

$$a = -0,000025424 ; \text{Log. } a = 0,4052419 - 5n$$

$$b = +0,0000057457 ; \text{Log. } b = 0,7593425 - 6;$$

$$c = -0,000000012954 ; \text{Log. } c = 0,1123994 - 8n$$

1) Siehe S. 282 und 283 in den oft citirten *Mém. pres.*

und das Wasservolum v für die Temperatur t° C. also:

$$\text{II) } v = 1 - 0,000025424t + 0,0000057457t^2 - 0,000000012954t^3,$$

so wie die Summe der Quadrate der Fehler $S = 0,0000011$ und den wahrscheinlichen Fehler $\varepsilon'' v = 0,00011$, welcher folglich mehr denn fünf Mal größer ist, als der, mit welchem meine Beobachtungsreihe behaftet ist. Diese Endgleichung giebt die Temperatur für die größte Dichtigkeit des Wassers $t = 2^{\circ},23$ C., ein unerwartetes Resultat, welches, wenn man sich erinnert, was auch Müncke selbst angiebt (a. a. O. S. 304), daß diese Temperatur nicht unter $3^{\circ},5$ C. liegen könne, sehr von der Wahrheit abweichen und folglich beweisen muß, daß die Beobachtungsreihe nicht so zuverlässig seyn kann als sie nach seiner Angabe seyn soll.

Dieses unerwartete Resultat erregte die Vermuthung, es möchten die übrigen beiden Reihen, oder wenigstens eine derselben, ein nach entgegengesetzter Seite hin abweichendes Resultat ergeben, so daß doch Müncke durch Benutzung der Mittelzahl aus allen den von ihm gefundenen Werth erhalten haben könnte. Um hierüber zu entscheiden, war es nöthig, auch diese abermals zu berechnen. Solchergestalt fand ich

für die Reihe No. 2:

$$\begin{aligned} 24,10398 &= 72640a + 5522400b + 451823312c \\ 1962,0898 &= 5522400a + 451823312b + 38542999200c \\ 166615,52 &= 451823312a + 38542999200b + 3382140107920c \end{aligned}$$

so wie:

$$\Sigma(v-1)^2 = 0,0085289149$$

und:

$$a = -0,000027744 \quad ; \quad \text{Log. } a = 0,4431650 - 5n;$$

$$b = +0,0000058552 \quad ; \quad \text{Log. } b = 0,7675435 - 6;$$

$$c = -0,000000013772 \quad ; \quad \text{Log. } c = 0,1389926 - 8n;$$

oder:

$$\text{III) } v = 1 - 0,000027744t + 0,0000058552t^2 - 0,000000013772t^3,$$

so wie:

$S = 0,00000125$ und $\varepsilon''v = 0,00014$,
woraus die Temperatur für die größte Dichtigkeit wird
 $t = 2^\circ,39$ C.

für die Reihe No. 3:

$$\begin{aligned} 24,02568 &= 72640a + 5522400b + 451823312c \\ 1954,6175 &= 5522400a + 451823312b + 38542999200c \\ 165945,62 &= 451823312a + 38542999200b + 3382140107920c \end{aligned}$$

so wie:

$$\Sigma(v-1)^2 = 0,0084645286$$

und:

$$a = -0,000022435 ; \text{Log. } a = 0,3509292 - 5n;$$

$$b = +0,0000057105 ; \text{Log. } b = 0,7566799 - 6;$$

$$c = -0,000000013026 ; \text{Log. } c = 0,1148145 - 8n;$$

oder:

$$\text{IV) } v = 1 - 0,000022435t + 0,0000057105t^2 - 0,000000013026t^3$$

und:

$$S = 0,00000143 \text{ und } \varepsilon''v = 0,00015,$$

woraus die Temperatur für die größte Dichtigkeit
 $t = 1^\circ,98$ C.

Was ich vermuthete ist also eingetroffen; die eben gefundenen Resultate zwingen mich unwiderruflich zu nachstehenden Schlüssen:

1) Dafs die von Muncke gegebenen Beobachtungsreihen, bei denen der wahrscheinliche Fehler, überhaupt genommen, sechs Mal gröfser ist als bei meinen Beobachtungen, in ihrer Gesamtheit durchaus nicht angewandt werden können, und deshalb auch nicht dürfen, um über das zwischen den Wärmegraden 0° und 9° stattfindende Verhalten etwas Specielles zu bestimmen; dafs aber, wenn man auch hierauf bestände, man leicht finden würde:

2) Dafs er seine Berechnung nicht nach der Methode der kleinsten Quadrate ausgeführt, sondern ohne Zweifel nach einer anderen für gut gehaltenen, welche nicht das wahrscheinlichste Resultat liefert.

3) Dafs sich in alle drei Reihen ein wahrscheinlich von der Beobachtungsmethode herrührender constanter Fehler eingeschlichen hat, welcher durch die Rechnung nicht eliminirt werden konnte.

Zur Rechtfertigung des ersten dieser Urtheile brauche ich nur zu bemerken, dafs es ungezwungen aus dem Vergleich der Volumsveränderungen innerhalb der angeführten Temperaturgrade mit dem durch Berechnung nachgewiesenen wahrscheinlichen Fehler hervorgeht. Wie eben gefunden, sind diese in der Bestimmung von $\nu-1$, oder, was dasselbe ist, von ν zurückbleibende Fehler

bei der Reihe No. 1 $= 0,00011$

No. 2 $= 0,00014$

No. 3 $= 0,00015$

und in Muncke's, alle Reihen

umfassende Berechnung $= 0,00012$.

Dagegen sind die durch den Versuch bestimmten Volume $\nu-1$ folgende:

<i>i.</i>	Aus der Reihe No. 1.	Aus der Reihe No. 2.	Aus der Reihe No. 3.	Aus sämtlichen Reihen.
1 ^o	-0,0000566	-0,0000356	-0,0000416	-0,0000446
2	-0,0000966	-0,0000713	-0,0000833	-0,0000837
3	-0,0001114	-0,0001158	-0,0000937	-0,0000070
4	-0,0001179	-0,0001248	-0,0001041	-0,0001156
5	-0,0001161	-0,0000983	-0,0000729	-0,0000957
6	-0,0000808	-0,0000895	0,0000520	-0,0000741
7	-0,0000445	-0,0000363	0	-0,0000272
8	0,0000149	-0,0000009	0,0000208	-0,0000116
9	0,0000753	0,0000435	0,0001145	-0,0000777

Folglich ist, mit Ausnahme von drei Fällen unter sechs und dreissig, der Werth von $\nu-1$ innerhalb dieser Grenzen kleiner als der wahrscheinliche Fehler, und

daraus leuchtet ein, daß sich aus diesen Berechnungen kein Resultat über die Volume unterhalb 10^0 ziehen läßt, weil man, nach Addition des wahrscheinlichen Fehlers $\pm 0,00012$, für jeden Fall, z. B. für die von Muncke angewandte Reihe, Alles, was man wünscht, mit gleicher Wahrscheinlichkeit, und folglich Nichts mit Gewißheit erhalten kann.

Die Behauptung, daß Muncke die Methode der kleinsten Quadrate zu seinen Berechnungen nicht recht anwandte, wäre leicht dadurch zu verstärken, daß ich die ganze Berechnung mit den von ihm gebrauchten Beobachtungen abermals vornähme; allein ich kann mir diese Mühe ersparen, da ich schon jetzt deutlich sehe, daß sie zu keinem anwendbaren Resultat führen werde; ich bemerke nur, daß für diesen Fall, wo die Beobachtungen No. 1 bis 7 fortgelassen sind, die Coëfficienten für a , b , c , mit Benutzung des von mir bei der Reihe No. 1 Angegebenen, folgendergestalt gefunden werden:

aus d. ersten $a=82004 \quad -\Sigma(1^3, 2^3, 3^3 \dots 7^3)=81864$

Gleich. der $b=3772096 \quad -\Sigma(1^3, 2^3, 3^3 \dots 7^3)=5771312$

Coëff. für $c=458676392 -\Sigma(1^3, 2^3, 3^3 \dots 7^3)=458671716$

und eben so aus den folgenden:

$38738740776 -\Sigma(1^5, 2^5, 3^5 \dots 7^5)=38738711768$

und:

$3387826129064 -\Sigma(1^6, 2^6, 3^6 \dots 7^6)=3387825944244$

so daß die letzten Glieder in den Bedingungsgleichungen seyn müssen:

$81864a + 5771312b + 458671716c + \dots$

$5771312a + 458671716b + 38738711768c + \dots$

$458671716a + 38738711768b + 3387825944244c + \dots$

Dividirt man diese, die erste mit 654,912, die zweite mit 2565,03 und die dritte mit 1299353,3, um sie wenigstens im ersten Gliede zur Gleichheit mit Muncke's Angabe zu bringen, so werden sie verwandelt in:

$125a + 8812,35.b + 700356,3.c + \dots$

$225a + 17881,74.b + 1510264,2.c + \dots$

$353a + 29813,89.b + 2607318.c + \dots$

wogegen **Muncke** folgende hat:

$$125a + 1645b + 22625c + \dots$$

$$225a + 5145b + 119475c + \dots$$

$$353a + 12949b + 494837c + \dots$$

woraus deutlich hervorgeht, daß er seine Berechnung nach ganz andern Grundsätzen, als denen der größten Wahrscheinlichkeit angestellt hat.

Daß sich ein constanter Fehler in die **Muncke'schen** Beobachtungsreihen, und wahrscheinlich in alle drei von ihnen eingeschlichen hat, scheint aus der Beschaffenheit der Unterschiede hervorzugehen, welche entstehen, wenn man von dem nach den Formeln berechneten Werth von $v-1$ die beobachteten abzieht. Diese Unterschiede findet man nämlich von 0° bis 20° und 25° ohne Ausnahme positiv, und darauf fangen sie an abwechselnd positiv und negativ zu werden. Daraus muß man schließen, daß die Zahlen für die Wärmegrade von 0° bis ungefähr 30° ein anderes System ausmachen als die zwischen 30° und 100° , und folglich, daß ein constanter Fehler diese Vertheilung in zwei Systeme bewirkt hat, was auch sichtbar wird, wenn man die in Rede stehenden Experimentalgrößen auf gewöhnliche Weise graphisch construirt. Die Curve erhält, die Wärmegrade als Abscissen genommen, bei 20° oder 30° eine Biegung, welche eine unterbrochene Continuität mit dem übrigen Theil der Linie andeutet.

Auch der Umstand bestärkt die Vermuthung von der Gegenwart eines constanten Fehlers, daß alle Experimental-Größen von 0° bis 15° , oder gerade in der Region, die das gesuchte Minimum enthält, in der Reihe No. 3 größer sind als No. 1, was wahrscheinlich nicht der Fall seyn würde, wenn die Verschiedenheiten in diesen Reihen bloß auf unvermeidlichen Beobachtungsfehlern beruhten. Und wenn späterhin ein so gleichmäßig fortwährendes Uebergewicht nicht vorkommt, so scheint auch dies eine vorangegangene Systemsänderung anzudeuten.

Alles dieß muß bewirken, daß das eine System nicht zur Bestimmung eines Verhältnisses in dem andern angewandt werden kann, und daß, wenn es dennoch geschieht, das dadurch gefundene Resultat keinen Anspruch auf volle Zuverlässigkeit hat. Die Nutzanwendung von Allem diesen auf Muncke's Beobachtungen und Berechnungen ergibt sich von selbst, und man muß es daher als vollkommen ausgemacht ansehen, daß seine Angabe, das Wasser habe seine größte Dichtigkeit bei $3^{\circ},78\text{ C.}$, nicht fehlerfrei seyn könne.

Wiewohl man nun die drei Beobachtungsreihen desselben in ihrer Gesamtheit nicht zur Bestimmung einer so delicaten Bestimmung, wie die in Frage stehende, benutzen kann, so wird es doch ohne Zweifel ein Gewinn für die Wissenschaft seyn, diese Reihen, stückweise oder vertheilt in zwei Abtheilungen, einer Berechnung zu unterwerfen. Jedenfalls darf ich nicht unerforscht lassen, was sich solchergestalt ergibt.

Die Berechnung der ersten 33 Beobachtungen aus der Reihe No. 1, von $t=1$ bis $t=33$ eingeschlossen, führt zu folgenden Bedingungsgleichungen:

$$\begin{aligned} 1,367445 &= 12529a + 314721b + 8432017c \\ 37,994271 &= 314721a + 8432017b + 235306401c \\ 1072,58927 &= 8432017a + 235306401b + 6753644689c \end{aligned}$$

und

$$\Sigma(v-1)^2 = 0,0001724769,$$

woraus man findet:

$$\begin{aligned} a &= -0,000060835; & \text{Log. } a &= 0,7841526 - 5n; \\ b &= 0,0000081037; & \text{Log. } b &= 0,9096817 - 6; \\ c &= -0,000000048282; & \text{Log. } c &= 0,6837852 - 8n; \end{aligned}$$

so wie:

$$V) v = 1 - 0,000060835t + 0,0000081037t^2 - 0,000000048282t^3,$$

und:

$$\begin{aligned} S &= 0,0000000041; & e''v &= 0,00000789; & e''a &= 0,00000071; \\ e''b &= 0,000000065; & e''c &= 0,00000000144, \end{aligned}$$

wornach das kleinste Volum des Wassers eintritt bei:

$$t = 3^{\circ},879 \pm 0^{\circ},058 \text{ C.}$$

Die ersten 18 Beobachtungen der Reihe No. 2, oder von $t=1$ bis $t=30$ inclusive, geben folgende Gleichungen:

$$0,2553477 = 3165a + 65025b + 1538937c$$

$$6,5135787 = 65025a + 1538937b + 39564825c$$

$$173,4756051 = 1538937a + 39564825b + 1067623545c$$

und:

$$\Sigma(v-1)^2 = 0,0000285322,$$

woraus:

$$a = -0,000059269 \quad ; \quad \text{Log. } a = 0,7728287 - 5n$$

$$b = 0,0000076816 \quad ; \quad \text{Log. } b = 0,8854532 - 6n$$

$$c = -0,000000037159 \quad ; \quad \text{Log. } c = 0,5700696 - 8n$$

und:

$$\text{VI) } v = 1 - 0,000059269t + 0,0000076816t^2 \\ - 0,000000037159t^3$$

und:

$$S = 0,00000000659 \quad ; \quad \epsilon''v = 0,00001414 \quad ; \quad \zeta''a = 0,000001714$$

$$\epsilon''b = 0,0000001956 \quad ; \quad \epsilon''c = 0,000000004938$$

und das kleinste Volum des Wassers bei:

$$t = 3^{\circ},972 \pm 0^{\circ},159.$$

Die ersten 18 Beobachtungen der Reihe No. 3, von $t=1^{\circ}$ bis $t=30^{\circ}$ inclusive, geben folgende Gleichungen:

$$0,2638941 = 3165a + 65025b + 1538937c$$

$$6,6132041 = 65025a + 1538937b + 39564825c$$

$$174,6943525 = 1538937a + 39564825b + 1067623545c$$

und:

$$\Sigma(v-1)^2 = 0,0000290176,$$

$$a = -0,000047464 \quad ; \quad \text{Log. } a = 0,6763665 - 5n$$

$$b = 0,0000071327 \quad ; \quad \text{Log. } b = 0,8532551 - 6n$$

$$c = -0,000000032629 \quad ; \quad \text{Log. } c = 0,5136114 - 8n$$

und:

$$\text{VII) } v = 1 - 0,000047464t + 0,0000071327t^2 \\ - 0,000000032629t^3$$

so wie:

$S=0,000000001249$; $\varepsilon''v=0,00001946$; $\varepsilon''a=0,000002360$

$\varepsilon''b=0,0000002693$; $\varepsilon''c=0,000000006796$,

woraus sich das kleinste Volum des Wassers ergibt bei:

$$t=3^{\circ},406 \pm 0^{\circ},206.$$

Diese Berechnungen leiten ungezwungen zu folgenden Schlüssen:

1) Dafs die zuletzt geprüfte Reihe No. 3, welche in ihrem Resultat sehr stark von den übrigen abweicht, und welche für die grösste Dichtigkeit einen Werth von t giebt, welcher weit ausserhalb der Wahrscheinlichkeitsgränzen bei dieser Bestimmung zu liegen scheint, gar nicht dazu gebraucht werden kann und darf, im vorliegenden Fall den Werth von t finden zu wollen.

2) Dafs die übrigen beiden Reihen, so partiell gebraucht wie es hier geschehen, vollkommen das durch meine Beobachtungen gefundene Resultat bestätigen, weil die Resultate aus allen dreien ganz innerhalb der Wahrscheinlichkeitsgränzen einer jeden liegen.

Was die Berechnung von Stampfer betrifft, so mufs bemerkt werden, dafs er sie auf eine Weise durchgeführt hat, welche keine hinreichende und zufriedenstellende Auskunft über alle zur Auflösung dieses Problems erforderlichen Umstände liefert. Er giebt zwar an, die Rechnung nach der Quadrat-Methode sey eine äusserst mühsame und wenig lohnende Arbeit, und schützt vermeintliche Gründe vor, welche von dieser Arbeit abrathen; allein dagegen mufs erinnert werden, dafs man für diesen Fall die Arbeit nicht scheuen darf, denn was dadurch gewonnen wird, wird sogleich erhellen. Ich würde die von mir unternommene Prüfung für unvollständig halten müssen, wenn ich nicht die Arbeit dieser Berechnung übernehme, und darin seine sämtlichen Experimental-Angaben, 105 an der Zahl, zusammenfasste. Ich habe diese Arbeit vollendet, und dabei seine Ergebnisse so benutzt, dafs ich erst die Thermometer-Angaben auf Celsius'sche Grade reducirte, und dann, um die ihnen ent-

entsprechenden Wasservolume zu finden, durch den Werth des Gewichts eines Wiener Kubikzolls, bei 0° alle übrigen Werthe dividirte.

Solchergestalt habe ich folgende Tafel erhalten, worin t die Wärme und v das Wasservolumen bezeichnet:

t	$v-1$	t	$v-1$
-0°,5	+0,0000187	7°,6	-0,0000015
0 ,	0	7 ,8	+0,0000069
+0 ,1	-0,0000110	8 ,3	0,0000410
1 ,0	0,0000608	8 ,4	0,0000415
1 ,5	0,0000723	8 ,5	0,0000465
1 ,6	0,0000795	8 ,6	0,0000595
2 ,0	0,0000875	8 ,8	0,0001500
2 ,1	0,0000975	9 ,2	0,0001050
2 ,3	0,0001008	9 ,5	0,0001225
2 ,8	0,0001093	9 ,7	0,0001582
2 ,9	0,0001083	10 ,4	0,0002120
2 ,9	0,0001115	10 ,6	0,0002320
3 ,1	0,0001068	10 ,7	0,0002432
3 ,2	0,0001098	11 ,0	0,0002677
3 ,3	0,0001138	11 ,1	0,0002910
3 ,4	0,0001160	11 ,2	0,0002840
3 ,4	0,0001165	11 ,8	0,0003467
3 ,9	0,0001133	12 ,1	0,0003925
4 ,1	0,0001138	12 ,2	0,0003965
4 ,2	0,0001193	13 ,0	0,0004937
4 ,4	0,0001088	13 ,0	0,0005132
4 ,7	0,0001093	13 ,2	0,0005339
4 ,8	0,0001055	13 ,5	0,0005750
5 ,4	0,0000970	13 ,8	0,0006217
5 ,9	0,0000830	14 ,1	0,0006462
5 ,9	0,0000790	14 ,8	0,0007475
6 ,1	0,0000762	14 ,8	0,0007505
6 ,1	0,0000715	14 ,8	0,0007575
6 ,1	0,0000805	14 ,9	0,0007767
7 ,0	0,0000301	15 ,0	0,0007812
7 ,1	0,0000388	15 ,0	0,0007867
7 ,1	0,0000298	15 ,6	0,0008807
7 ,1	0,0000315	15 ,7	0,0008815
7 ,2	0,0000193	16 ,0	0,0009450

t	$v-1$	t	$v-1$
16°,1	0,0009570	23°,0	0,0023950
16°,8	0,0010770	23°,8	0,0025710
17°,1	0,0011340	24°,6	0,0027790
17°,1	0,0011452	25°,1	0,0028992
17°,4	0,0011889	25°,4	0,0029719
17°,7	0,0012367	26°,6	0,0032995
17°,9	0,0012869	26°,8	0,0033550
17°,9	0,0012865	28°,3	0,0038000
18°,2	0,0013537	28°,9	0,0039837
18°,3	0,0013590	29°,8	0,0042650
18°,8	0,0014645	29°,9	0,0042822
19°,0	0,0015047	30°,8	0,0045585
20°,3	0,0017617	32°,1	0,0049530
21°,3	0,0019815	32°,3	0,0050197
21°,7	0,0020770	32°,7	0,0051637
21°,7	0,0020832	33°,3	0,0053257
21°,8	0,0021127	36°,1	0,0063400
22°,2	0,0022037	37°,5	0,0069389
22°,5	0,0022610		

Diese Werthe, gehörig behandelt, geben folgende Gleichungen:

$$\begin{aligned}
 3,0481656 &= 28499,78 a + 685876 b + 18460017 c \\
 85,2182460 &= 685876 a + 18460017 b + 534267832 c \\
 2514,8508563 &= 18460017 a + 534267832 b + 16249352321 c
 \end{aligned}$$

und:

$$\Sigma(v-1)^2 = 0,0003983946,$$

woraus man findet:

$$a = -0,000058055 ; \text{Log. } a = 0,7638388 - 5n$$

$$b = 0,0000079603 ; \text{Log. } b = 0,9009284 - 6$$

$$c = -0,000000041 ; \text{Log. } c = 0,6127922 - 8n$$

oder:

$$\begin{aligned}
 \text{VIII) } v &= 1 - 0,000058055 t + 0,0000079603 t^2 \\
 &\quad - 0,000000041 t^3
 \end{aligned}$$

$$S = 0,000000127 ; \varepsilon'' v = 0,0000238 ; \varepsilon'' a = 0,0000010074$$

$$\varepsilon'' b = 0,00000009246 ; \varepsilon'' c = 0,00000000197$$

und das kleinste Volum des Wassers bei:

$$t = 3^\circ,755 \pm 0^\circ,073.$$

Dieses Resultat kommt dem von Stampfer durch seine eigene Rechnung gefundenen sehr nahe gleich, aber es ist mit einem zurückgebliebenen wahrscheinlichen Fehler behaftet, fast doppelt so groß wie er ihn angiebt. Auch der hier bestimmte ist durch die große Menge von Beobachtungen so klein geworden, daß er seiner Experimental-Reihe eine große Zuverlässigkeit verleihen würde, wenn nicht andere Umstände dieselbe bedeutend verminderten. Die von Muncke gegen die Wägungs-Methode gemachte Bemerkung, daß das Wasser nicht 6 bis 10 Secunden in Ruhe seyn könne, trifft, wiewohl sie mit Unrecht auf meine Versuche angewandt worden ist, mit mehr Grund einen Theil der Stampfer'schen Beobachtungen. Zwar hat er sie dadurch zu vermeiden gesucht, daß er so viel wie möglich den Versuch in Luft anstellte, welche gleiche Temperatur mit dem Wasser hatte, worin der Versuch geschah; daß dies ihm aber nicht vollkommen glückte, beweist die Rechnung mit seinen Angaben, und er selbst bemerkt, daß es sehr schwer sey, die Versuche über 25° R. auszudehnen (a. a. O. S. 90).

Daß ein, wahrscheinlich aus dieser Quelle entsprungener constanter Fehler sich eingeschlichen habe, deuten hauptsächlich der Gang und das Verhältniß der Unterschiede zwischen den durch Versuch und Rechnung bestimmten Wasservolumen an. Sie sind anfangs zwischen 0° und 6° R. groß, vermindern sich dann bis ungefähr 17° und darauf wachsen sie bedeutend; sie sind also sichtlich veränderlich im Verhältniß zur Schwierigkeit, die umgebende Luft und das Wasser auf gleiche Temperatur zu halten; graphisch construirt, würden sie eine Curve ausmachen. Wenn man die genannten Unterschiede $= x$ auf die einfachste Weise, also mit Vernachlässigung jener Krümmung, nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet, so findet man, daß sie nach der Temperatur $= t$ Cels. gemäß folgender Regel fortgehen:

$x=0,0000035+0,00000048t$,
 und dafs sie folglich von $t=0$, wo $x=0,0000035$, zu-
 nehmen bis $t=37$, wo $x=0,0000216$. Aber gerade
 diese Zunahme beweist unwiderleglich die Einwirkung
 eines constanten Fehlers, welcher wiederum nöthig macht,
 entweder, dafs von der Bestimmung der Wärme für die
 grösste Dichtigkeit des Wassers wenigstens alle die bei
 25° und darüber gefundenen Angaben ganz ausgeschlos-
 sen werden, oder dafs man sie mit dem Gewicht an-
 wende, welches sie nach der Gröfse des rückständigen
 Fehlers besitzen.

Geschieht das erstere, so geben die 90 solcherge-
 stalt übrigbleibenden Beobachtungen Stampfer's fol-
 gendes:

$$\begin{aligned} 0,9476145 &= 14470,68a + 247943,8b + 4604463c \\ 18,6316105 &= 247943,8a + 4604463b + 90119637c \\ 376,4357003 &= 4604463a + 90119637b + 1831223743c \end{aligned}$$

mit:

$$\Sigma(v-1)^2 = 0,0000782785,$$

woraus:

$$\begin{aligned} a &= -0,00006028 & ; \text{Log. } a &= 0,7797991 - 5n \\ b &= 0,0000082138 & ; \text{Log. } b &= 0,9145452 - 6 \\ c &= -0,000000047313 & ; \text{Log. } c &= 0,6749807 - 8n \end{aligned}$$

oder:

$$\text{IX) } v = 1 - 0,00006028t + 0,0000082138t^2 - 0,000000047313t^3$$

so wie:

$$\begin{aligned} S &= 0,00000009046 & ; \epsilon''v &= 0,00002175 & ; \epsilon''a &= 0,000001523 \\ \epsilon''b &= 0,000000199 & ; \epsilon''c &= 0,00000000621 \end{aligned}$$

und das kleinste Volum des Wassers bei:

$$t = 3^{\circ},790 \pm 0^{\circ},140 \text{ C.},$$

welcher Werth nothwendig der Wahrheit näher kommen
 mufs als der oben angeführte.

Die Bestimmungen über die Temperatur für die
 grösste Dichtigkeit des Wassers, welche nach vorstehen-

der Prüfung als die zuverlässigsten angesehen werden müssen, sind demnach folgende:

nach Hällström, $t = 4^{\circ},031 \pm 0^{\circ},135$	$\left\{ \begin{array}{l} 4^{\circ},165 \\ 3^{\circ},897 \end{array} \right.$
- Muncke, $t = 3^{\circ},879 \pm 0^{\circ},058$	$\left\{ \begin{array}{l} 3^{\circ},937 \\ 3^{\circ},821 \end{array} \right.$
- Muncke, $t = 3^{\circ},972 \pm 0^{\circ},159$	$\left\{ \begin{array}{l} 4^{\circ},131 \\ 3^{\circ},813 \end{array} \right.$
- Stampfer, $t = 3^{\circ},790 \pm 0^{\circ},140$	$\left\{ \begin{array}{l} 3^{\circ},930 \\ 3^{\circ},650 \end{array} \right.$

Diese Werthe stimmen so nahe mit einander überein, daß sie alle innerhalb der Gränzen liegen, welche die Wahrscheinlichkeit für jeden derselben festsetzt, und sie bestätigen demnach einander vollkommen. Das arithmetische Mittel aus ihnen ist:

$$t = 3^{\circ},92; \text{ Cels.}$$

Wenn man aber den Mittelwerth, mit Berücksichtigung des Gewichts, eines jeden sucht, so findet man:

$$t = 3^{\circ},90 \pm 0^{\circ},04; \text{ Cels.}$$

und dieser Werth muß für so genau gehalten werden, als er beim gegenwärtigen Zustand der Wissenschaft möglich ist.

Vorstehende Prüfung, welche bezweckte, den wahrscheinlichsten Werth der Temperatur für die größte Dichtigkeit des Wassers zu bestimmen, darf auch für die Frage nicht unbenutzt gelassen werden, welches Volum das Wasser nun nach den bisher gesammelten Erfahrungen am wahrscheinlichsten bei jedem Wärmegrad besitze. Wollte man zur Beantwortung dieser Frage nun eine, den ganzen Umfang der Liquidität des Wassers umfassende Gleichung anwenden, so wäre unlängbar eine nach Muncke's Beobachtungen berechnete dazu am passlichsten, weil sie die einzige ist, welche sich über diesen ganzen Umfang erstreckt. Da eine solche indeß doch nur empirisch ist, so scheint es, bei Berücksichtigung der

zuvor gemachten Bemerkungen, richtiger zu seyn, zu diesem Behufe zwei Formeln anzuwenden, eine für die Wärmegrade von 0° bis 30° C., und die andere für die Grade 30° bis 100° C. Und weil keine der zuvor für den ersten Fall gefundenen Gleichungen I, V, VI, IX verworfen werden darf, sie alle vielmehr eine gleiche Berücksichtigung zu verdienen scheinen, so ist es ohne Zweifel am zweckmäßigsten, das arithmetische Mittel aus ihnen anzuwenden.

So wird dann die von $t=0^{\circ}$ bis $t=30^{\circ}$ geltende Gleichung folgende:

$$\text{X)} \quad v = 1 - 0,000057577t + 0,0000075601t^2 \\ - 0,000000035091t^3$$

welche auch darin mit dem zuvor Gefundenen übereinstimmt, dafs sie die grösste Dichtigkeit bei $t=3^{\circ},92$ festsetzt.

Eben so habe ich zu dem anderen Behufe, von $t=30^{\circ}$ bis $t=100^{\circ}$, alle drei Reihen von Muncke berechnet und gefunden:

aus der ersten

$$\text{XI)} \quad v = 1 - 0,0000056195t + 0,00000515927t^2 \\ - 0,0000000089138t^3$$

aus der zweiten

$$\text{XII)} \quad v = 1 - 0,000012174t + 0,00000544666t^2 \\ - 0,000000011179t^3$$

und aus der dritten

$$\text{XIII)} \quad v = 1 - 0,00001046t + 0,0000054039t^2 \\ - 0,000000011133t^3$$

Der Mittelwerth aus diesen wird:

$$\text{XIV)} \quad v = 1 - 0,0000094178t + 0,00000533661t^2 \\ - 0,0000000104086t^3$$

In Uebereinstimmung mit allen Erfahrungen, welche bis jetzt als die zuverlässigsten angesehen werden müssen, entsteht dann, bei Anwendung der Gleichungen X und XIV folgende

Tafel über das Volum und die Dichtigkeit des destillirten Wassers.

Cels.	Volum.	Dichtigkeit	Cels.	Volum.	Dichtigkeit
0°	1,000000	1,000000	22°	1,002022	0,997982
1	0,999950	1,000050	23	1,002251	0,997754
2	0,999915	1,000080	24	1,002491	0,997515
3	0,999894	1,000106	25	1,002741	0,997267
3,9	0,999882	1,000118	26	1,003001	0,997008
4	0,999888	1,000112	27	1,003271	0,996740
5	0,999897	1,000103	28	1,003549	0,996463
6	0,999919	1,000081	29	1,003837	0,996178
7	0,999956	1,000044	30	1,004216	0,995802
8	0,000006	0,999994	35	1,005761	0,994272
9	1,000069	0,999931	40	1,007496	0,992560
10	1,000145	0,999855	45	1,009434	0,990654
11	1,000235	0,999765	50	1,011570	0,988563
12	1,000338	0,999662	55	1,013894	0,986297
13	1,000453	0,999547	60	1,016398	0,983867
14	1,000581	0,999419	65	1,019078	0,981280
15	1,000720	0,999280	70	1,021920	0,978550
16	1,000872	0,999128	75	1,024921	0,975685
17	1,001035	0,998966	80	1,028072	0,972695
18	1,001210	0,998791	85	1,031364	0,969590
19	1,001397	0,998605	90	1,034791	0,966379
20	1,001594	0,998408	95	1,038346	0,963070
21	1,001802	0,998201	100	1,042016	0,959678

III. Ueber die Elasticität der Seidenfäden; von Wilhelm Weber.

(Aus den Götting. gelehrte. Anzeigen, 1835, St. 8.)

Eine Untersuchung über die Größe und Verschiedenheit der Elasticität der Seide schien schon aus dem Grunde wünschenswerth, weil seidene Fäden häufig zu Apparaten gebraucht werden, die zur Messung anderer Naturkräfte bestimmt sind. Zu vielen der feinsten elektrischen,

galvanischen und magnetischen Apparaten werden umgedrehte Seidenfäden angewendet. Der Vortheil, den die Seidenfäden bei solchen feinen Mefsapparaten vor andern Fäden gewähren, beruht darauf, dafs sie eine sehr geringe Torsionskraft besitzen. Diese Kraft ist aber doch nicht so gering, dafs sie bei genauen Messungen aufser Acht gelassen werden dürfte; inzwischen kann sie, wie es Hr. Hofrath Gaufs bei seinen magnetischen Messungen gethan hat, durch eine passende Combination verschiedener, mit dem Mefsapparate selbst angestellter Versuche, sehr genau bestimmt werden. Da hiernach schon die Erfahrung die Unentbehrlichkeit einer genauen Bestimmung der Elasticität der Seidenfäden gezeigt hat, so ist zu erwarten, dafs eine eigends darüber angestellte Untersuchung von Interesse seyn und deren Resultate mehrfältige nützliche Anwendungen finden werden.

Ein allgemeineres Interesse gewährt aber die Untersuchung der Elasticität der Seide für die Erforschung des *Wesens der Elasticität* selbst, um derentwillen es ohnedieß nöthig ist, die Elasticität vieler, und zwar recht verschiedenartiger fester Körper zu untersuchen.

Beim ersten Anblick scheinen zwar die Metalle, in Stab- oder Draht-Form angewendet, zur Untersuchung der elastischen Kraft besonders geeignet zu seyn, weil sie diese Kraft in vorzüglich hohem Grade besitzen; bei näherer Prüfung ergiebt sich jedoch das Gegentheil. Je gröfser nämlich die elastische Kraft eines Körpers ist, desto kleiner sind die sichtbaren und mefsbaren Wirkungen, auf deren genaue Beobachtung alle Untersuchungen über die Elasticität gegründet werden müssen. Z. B. je gröfser die elastische Kraft eines Stabes ist, desto weniger wird er durch eine gegebene äufsere Kraft zusammengedrückt oder ausgedehnt, und desto kleiner ist die Zeit, in der er unter sonst gleichen Verhältnissen eine Schwingung macht; woraus folgt, dafs, wenn die Kraft sehr grofs ist, keine genaue Messung mehr

möglich ist. Daher, um die Elasticität selbst kennen zu lernen, weniger elastische Körper, wie die Seide, den sehr elastischen, wie die Metalle, wirklich vorzuziehen sind. Hierzu kommt, daß die Seidenfäden durch ihre *Länge* und *Gleichheit* für die Untersuchung noch besondere Vortheile bieten.

Weil es also ein großes Bedürfnis ist, daß die elastische Kraft mehrerer verschiedenartiger fester Körper genau untersucht werde, weil ferner gerade die Seidenfäden sich durch Eigenschaften auszeichnen, die bei dieser Untersuchung von Nutzen sind, und weil endlich wegen des Gebrauchs, den man gegenwärtig von Seidenfäden bei anderen physikalischen Untersuchungen macht, die nähere Kenntniß der Elasticität der Seide ihre unmittelbare Anwendung findet — aus allen diesen Gründen ist eine Untersuchung der Elasticität der Seide von Wichtigkeit und Nutzen.

Es lassen sich aber nicht die nämlichen Hilfsmittel, welche man sonst zur Untersuchung der Elasticität fester Körper gebraucht, bei so feinen Fäden, wie die Seidenfäden sind, anwenden. Es leuchtet z. B. von selbst ein, daß die von Gravesande angegebenen Mittel zur Messung der Elasticität so dünner Körper, wie die Seidenfäden, nicht geeignet sind; dasselbe gilt auch von allen übrigen seitdem zu gleichen Zwecken vorgeschlagenen Mitteln. Die einzige hier zu gebrauchende Methode ist vom Hrn. Hofrath Gauß dem Verfasser mitgetheilt worden, und besteht darin, den zu untersuchenden Faden horizontal aufzuspannen, indem sein eines Ende an ein Schraubenmikrometer, sein anderes Ende an ein, an einem langen Drahte aufgehängenes Gewicht geknüpft wird. Das Schraubenmikrometer wird darauf bald vorwärts, bald zurück bewegt, wodurch der Faden bald gespannt, bald abgespannt, und der Draht, an welchem das Gewicht hängt, bald mehr, bald weniger geneigt wird, aus welcher Neigung die Größe jener Spannung sich berechnen

läßt. — Es würde zu weit führen, die Vortheile, welche diese Einrichtung gewährt, hier alle nachzuweisen, die nicht allein zur Erreichung des Hauptzwecks (der Kenntniß der elastischen Kraft), sondern auch zur Erreichung mancher nützlichen und nothwendigen Nebenzwecke dienen. Zu letzteren gehört die Bestimmung der *Haltbarkeit* und *Dehnbarkeit* des Fadens.

Auf diesem Wege hat sich ergeben, daß die *Haltbarkeit* eines Seidenfadens so groß ist, daß er durch sein eigenes Gewicht erst zerrissen wird, wenn er eine Länge von 27414 Metern erhalten hat. Ferner hat sich ergeben, daß die *Dehnbarkeit* des Fadens so groß ist, daß, wenn derselbe früher noch nicht ausgedehnt worden war, seine Länge, ehe er reißt, etwa um $\frac{1}{4}$ zunimmt, von welcher Verlängerung nur etwa der dritte Theil auf Rechnung der Elasticität zu setzen ist; die beiden anderen Drittel aber als eine *bleibende* Verlängerung des Fadens anzusehen sind.

Was aber den Hauptzweck betrifft, nämlich die Kenntniß der *Elasticität* der Seide, so hat der Verfasser mit möglichster Genauigkeit den *Modulus* der Elasticität bestimmt, der sich am bequemsten durch die Länge ausdrücken läßt, die ein Faden haben muß, der durch sein eigenes Gewicht (vorausgesetzt, daß er haltbar genug wäre, daß er dadurch nicht zerrissen würde) die Länge seines obersten Theiles, an dem er hängt, verdoppeln soll. Diese Länge ist zu

864400 Metern

bestimmt worden, wobei die Dichtigkeit der Seide noch zu kennen von Interesse seyn kann, die von der des Wassers wenig verschieden gefunden worden ist.

Mit dieser bloßen Bestimmung des *Elasticitäts-Modulus* hat sich aber der Verf. nicht begnügt, sondern er hat die auf dem neuen Wege gemachten Erfahrungen auch mit denjenigen *Elasticitäts-Gesetzen*, zu deren genauer Bestimmung jener Modulus dienen soll, verglichen. Und

es hat sich aus dieser Vergleichung ergeben, daß die Elasticitäts-Gesetze in der Art ausgesprochen, wie bisher geschehen ist, mit mehreren neuen Beobachtungen in Widerspruch sind, woraus zwar nicht hervorgeht, daß sie falsch, doch aber, daß sie unzureichend und unvollständig sind. Sie zu ergänzen ist daher das Hauptbemühen des Verfassers geworden.

Die bekannten Elasticitäts-Gesetze beziehen sich vorzüglich auf das Verhältniß, welches beim Gleichgewicht zwischen *Ausdehnung* und *Spannung* stattfindet, und dieses Verhältniß wird in jenen Gesetzen bei einem und demselben Faden als immer *constant* genommen. Das Verhältniß der Ausdehnung zur Spannung, heist es, sey immer gleich, die Spannung sey groß oder klein, sie dauere lange oder kurze Zeit. Diese Unabhängigkeit jenes Verhältnisses von der Größe der Kraft und von der Dauer ihrer Wirksamkeit bestätigt sich nun in der That *nicht*, sondern die Beobachtung zeigt offenbar, daß nach erfolgter Ausspannung (mit der zugleich die aus dem Elasticitäts-Modulus nach dem Gesetz der Proportionalität zu berechnende Ausdehnung eintrat) im Verlaufe längerer Zeit noch eine weitere Ausdehnung nachfolgte, die im Elasticitäts-Gesetze nicht bestimmt war, die als Wirkung oder Function der *Fortdauer* der Spannung zu betrachten ist, und die der Verf. mit dem Namen der *Nachwirkung* bezeichnet hat.

Diese elastische *Nachwirkung* kann leicht mit der *Dehnung* des Fadens, von der oben die Rede gewesen ist, verwechselt werden, die lange schon bekannt ist, und durch kleine bleibende Veränderungen im Aggregatzustande des festen Körpers erklärt wird. Von dieser Dehnung ist aber jene Nachwirkung ganz verschieden, und kann davon auch in den Beobachtungen leicht unterschieden werden. Es liegt nämlich in der Natur jener Dehnung, daß sie bloß nach einer Vermehrung, nicht aber nach einer Verminderung der Spannung stattfinden

kann. Die elastische Nachwirkung dagegen tritt stets, eben sowohl nach vermehrter, als nach verminderter Spannung ein. Nach einer vermehrten Spannung besteht die Nachwirkung in einer von der Dauer der Anspannung abhängigen *Zunahme* der Länge; nach einer verminderten Spannung besteht die Nachwirkung in einer von der Dauer der Abspannung abhängigen *Abnahme* der Länge — und die Erfahrung hat gezeigt, daß diese beiden entgegengesetzten Nachwirkungen, jene Zunahme und diese Abnahme der Länge, für gleiche Spannungsunterschiede der Größe nach *gleich* sind. — Ferner ist diese Nachwirkung von einer bloßen Dehnung des Fadens auch durch Folgendes wesentlich unterschieden. Es liegt in der Natur der Dehnung, daß sie bei Wiederholung derselben Versuche mit denselben Körpern immer kleiner und kleiner wird, während die Erfahrung zeigt, daß die elastische Nachwirkung immer die nämliche bleibt. Auf diese letztgenannte Eigenthümlichkeit der Dehnung, daß sie bei mehrfältiger Wiederholung derselben Versuche mit demselben Faden immer kleiner wird, und endlich ganz verschwindet, liefs sich ein Verfahren gründen, den Einfluß der Dehnung bei den Versuchen über die Elasticität gänzlich *auszuschließen*.

Ehe nämlich der Hauptversuch gemacht wurde, wurde der dazu anzuwendende Faden besonders vorbereitet. Diese Vorbereitung des Fadens bestand darin, daß der Faden ein Paar Stunden lang angespannt und dann wieder abgespannt wurde. Es ergab sich, daß der Faden beträchtlich, und zwar bleibend, verlängert worden war. Diese Operation wurde darauf ein zweites und drittes Mal wiederholt. Auch das zweite Mal erhielt er eine bleibende aber kleinere Verlängerung. Nach dreimaliger Wiederholung entstand keine neue bleibende Verlängerung mehr. Indem sonach von nun an innerhalb bestimmter Gränzen der Spannung die Dehnung ausgeschlossen war, wurde nun der Hauptversuch gemacht. Der

Faden wurde 24 Stunden lang gespannt erhalten, dann schnell abgespannt, und vor und nach dieser schnellen Abspannung gemessen. Der gefundene Längenunterschied mit dem ebenfalls gemessenen Spannungsunterschiede verglichen, ergab den Elasticitäts-Modulus, oder denjenigen Theil der Verkürzung, der von der Spannungsabnahme unmittelbar abhängt, und folglich *zugleich* mit ihr eintritt. Der andere Theil der Verkürzung, der bisher der Beobachtung entgangen war, dauert darauf 24 Stunden lang merklich fort. Und wenn diese Verkürzung auch sehr langsam geschieht, so beträgt sie doch zuletzt bei Seidenfäden beinahe den dritten Theil der ersteren, darf also schon ihrer GröÙe wegen nicht unbeachtet bleiben. Uebrigens geschieht sie zwar im gröÙeren Theile der Zeit sehr langsam, im Anfang aber, mit dem Mikroskop beobachtet, ist sie groß genug, um von Minute zu Minute gemessen zu werden. — Bei der oben beschriebenen Einrichtung des Apparats ist zu bemerken interessant, daß diese nachfolgende *Verkürzung* des Fadens, dieser Einrichtung gemäß, sogar mit einer *Spannungszunahme* verbunden seyn mußte, und wirklich verbunden war, statt nach den bekannten Elasticitäts-Gesetzen das entgegengesetzte stattfinden mit der Verkürzung des Fadens nämlich eine ihr proportionirte *Spannungsabnahme* verbunden seyn sollte.

Diese anfangs von Minute zu Minute, nachher in längeren Zeitabschnitten gemachten Messungen der nachfolgenden Verkürzung ergeben so regelmäßige Zahlenreihen, daß das Gesetz der Abhängigkeit dieser Verkürzung *von der Zeit* sich daraus bestimmen läßt. Das einfachste Gesetz, das diesen Messungen Gentige leistet, hat Hr. Hofrath Gauß dem Verfasser mitzuthemen die Güte gehabt, und die Abhandlung enthält mehrere Vergleichen dieses Gesetzes mit der Erfahrung. Es besteht dieses Gesetz darin, daß *der Rest der Verlängerung oder Verkürzung, der von irgend einem Augenblicke an noch*

zu erwarten ist, der bis zu diesem Augenblicke verflossenen, von einem bestimmten Momente an zu rechnenen Zeit umgekehrt proportional ist.

Zum Beleg für dieses Gesetz möge folgende Reihe von Messungen dienen, denen in der vorletzten Columnne die nach der Formel

$$3900 + \frac{23,7}{7,4 + t}$$

berechneten Werthe zur Vergleichung beigelegt sind:

No.	Zeit.	Spannung.	Gemessene Länge.	Berechnete Länge.	Unterschied.
		Gramm.	Millimet.	Millimet.	
1	0,0	9,341	3921,90		
2	2,1	4,215	3902,55	3902,50	—0,05
3	3,6		3902,08	3902,15	+0,07
4	4,6		3901,84	3901,98	+0,14
5	18,5		3901,61	3901,49	—0,12
6	11,0		3901,38	3901,29	—0,09
7	12,7		3901,23	3901,18	—0,05
8	26,2		3900,99	3901,00	+0,01
9	25,7		3900,75	3900,72	—0,03
10	36,0		3900,51	3900,55	+0,04
11	68,0		3900,14	3900,31	+0,17
12	250,0		3900,14	3900,09	—0,05

Diese neue Thatsache schien dem Verfasser Aufschluss und Licht über eine andere unerledigte Frage zu geben und dadurch selber neues Interesse zu gewinnen, nämlich über die Abnahme der Schwingungsbögen bei Körpern, die, durch ihre eigene Elasticität getrieben, schwingen, z. B. bei einem Faden, der an seinem oberen Ende befestigt, an seinem unteren Ende ein Gewicht trägt, und, um seine eigene Axe gedreht, in Schwingung geräth. Diese Abnahme der Schwingungsbögen erklärte man aus dem Widerstande der Luft. Dieser Widerstand der Luft konnte aber bis jetzt nicht genau berechnet werden, und es ist daher bis jetzt unentschieden geblieben.

ben, ob dieser Grund zureiche oder nicht. Nur so viel ist gewis, daß das von Newton aufgestellte Gesetz, daß der Widerstand der Luft dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional sey, nicht in Anwendung kommen könne, weil die Abnahme der Schwingungsbogen nach dem Gesetze einer geometrischen Reihe erfolgt, wenn die Zeiträume nach dem Gesetze einer arithmetischen Reihe wachsen, welches eine Kraft voraussetzt, die der Geschwindigkeit selbst proportional ist. Es muß daher der Widerstand der Luft einer neuen und genauen Untersuchung unterworfen werden, zugleich muß aber geprüft werden, ob nicht jene Annahme der Schwingungsbögen zum Theil aus einer ganz anderen Quelle, als dem Widerstande der Luft herrühre. Diese letztere Prüfung hat der Verfasser vorgenommen, und glaubt *erstens* durch seine Versuche beweisen zu können, daß die Ursache der Abnahme der Schwingungsbögen nicht bloß in der Luft, überhaupt nicht bloß *aufser* dem schwingenden Körper gelegen sey, sondern zum Theil *in der Natur* des schwingenden Körpers selbst schon begründet sey, und daher zum Theil auch stattfinden würde, wenn der Körper im leeren Raume von seiner Elasticität getrieben schwänge, wo die umgebenden Körper gar keinen Einfluß auf ihn ausüben könnten. *Sodann* glaubt der Verfasser darthun zu können, daß dieser innere, in der Natur des schwingenden Körpers selbst liegende Grund seiner Schwingungsabnahme in seiner Eigenthümlichkeit, nach erfolgter An- oder Abspannung eine von der Dauer dieser An- oder Abspannung abhängige Ausdehnung oder Zusammenziehung zu erleiden, enthalten sey.

Schon bei akustischen Versuchen ist die Aufmerksamkeit des Verfassers darauf gerichtet gewesen, daß manche Körper sehr gut, andere sehr schlecht tönen, ungeachtet man keinen Grund von diesem Unterschiede anzugeben wußte. Z. B. vergleicht man einen Holzstab, Glasstab und Eisenstab von ganz gleicher Form, so fin-

det man, daß der Holzstab angeschlagen sehr schwer, kaum hörbar, nur im Momente, wo er angeschlagen wird, tönt. Der Glasstab tönt dagegen am vollsten und längsten. Der Eisenstab tönt viel besser als der Holzstab, aber nicht so lange und so schön wie der Glasstab. Was ist die Ursache davon? Gewöhnlich beachtet man bloß die Form und Elasticität der tönenden Körper; diese sind aber in allen diesen dreien nahe gleich. Höchstens beachtet man noch die Dichtigkeit, weil auf die Bewegungen des dichteren die umgebende Luft geringeren Einfluß hat. Der Glasstab aber, welcher am besten tönt, hat die mittlere Dichtigkeit. Es muß also noch etwas *in der Natur* der Körper liegen, wovon ihre Tönfähigkeit abhängt. Alle spröden Körper scheinen, wenn sie nicht brüchig sind, zu akustischen Zwecken sich besser zu eignen als die nicht spröden; die Metalllegirungen besser als die einfachen Metalle; der glasharte Stahl besser als das ausgeglühte Eisen; die geschmeidigen animalischen und vegetabilischen Stoffe am schlechtesten. Diese animalischen und vegetabilischen Stoffe sind es nun aber, welche jener elastischen Nachwirkung, welche am Seidenfaden gemessen worden ist, am meisten unterworfen sind. — Zugleich bemerkt man an allen diesen Körpern, daß sie nicht lange fortschwingen, d. i. daß die Schwingungsbögen sehr schnell abnehmen. Es scheint daher ganz naturgemäß zu seyn, die schnelle Abnahme der Schwingungsbögen als Ursache der Schallunfähigkeit, die elastische Nachwirkung aber als Ursache jener schnellen Abnahme der Schwingungsbögen anzusehen. Bestätigt sich dieser Grund der Schallunfähigkeit, so läßt sich darauf eine neue Classification der tönfähigen Körper gründen, welche für die Anwendung gewiß eben so wichtig, als die nach der Form und Elasticität aufgestellte Classification, seyn wird.

Wie kann nun aber die elastische Nachwirkung jene Schwingungsabnahme bewirken? Zu diesem Zwecke vergleicht

gleicht der Verfasser den Augenblick der Schwingung, wo die größte Ausdehnung oder Beugung oder Drehung stattfindet, mit dem Augenblicke bei seinen Versuchen, wo die größte Anspannung erfolgt war. Folgte nun darauf bei diesen Versuchen eine Verlängerung ohne Anspannung des Fadens, so wird hier umgekehrt eine Anspannung ohne Verkürzung des Fadens die Folge seyn, was so viel ist, als wenn der Schwingungsmittelpunkt der größten Elongationsweite genähert worden wäre. — Eben so vergleicht er den Augenblick, wo der schwingende Körper zur Lage des Gleichgewichts (zum Schwingungsmittelpunkt) zurückgekehrt ist, mit dem Augenblick bei jenen Versuchen, wo der Faden am meisten abgespannt war. Folgte dann bei jenen Versuchen eine Verkürzung ohne Anspannung des Fadens, so wird hier umgekehrt eine Anspannung ohne Verlängerung die Folge seyn, was so viel ist, als wenn der Schwingungsmittelpunkt nochmals nach derselben Seite verrückt worden wäre. — Hieraus ergibt sich, daß der Schwingungsmittelpunkt bei jeder Hinschwingung etwas rückwärts, bei jeder Rückschwingung etwas vorwärts verlegt wird, woraus nothwendig eine Abnahme des Schwingungsbogens, bei jeder Schwingung nahe um das Doppelte jener Verschiebung, bewirkt wird.

IV. *Ueber die Dampfbildung; von F. Rudberg.*

Erster Abschnitt. Ueber die Temperatur des aus siedenden Salzlösungen gebildeten Dampfs.

Wie bekannt hat man allgemein angenommen, daß der aus einer siedenden Salzlösung sich entwickelnde Wasserdampf genau dieselbe Temperatur habe wie die oberste Schicht dieser Lösung, und daß also der Dampf

in diesem Falle nur eine dem Druck der Atmosphäre gleichkommende Elasticität besitze, mithin eine geringere, als er sonst im Maximo der Dichtigkeit bei einer weit über 100° erhöhten Temperatur haben würde. Es scheint auch ganz natürlich zu seyn, daß jede aufsteigende Dampfblase sogleich die Temperatur der sie auf allen Seiten umgebenden Flüssigkeit annehme, und sich dabei so weit ausdehne, daß ihre Elasticität dem Druck der Atmosphäre gleich werde. Auch steht dies in vollkommenster Uebereinstimmung mit dem Vorgang, welcher bei der Dampfbildung aus Salzlösungen in niedrigerer Temperatur mittelst Abdampfung stattfindet, da bei einerlei Temperatur der Dampf von einer Salzlösung immer weniger elastisch ist als der von reinem Wasser.

Alle Physiker scheinen in Bezug auf die Temperatur des Dampfs der oben angeführten Meinung zu seyn. So z. B., um nur einige anzuführen, sagt Biot in seinem *Traité de Physiq. Math. et experim. T. I p. 285*: »*Toutes les dissolutions salines bouillent à des températures plus élevées que l'eau pure, aussi, à température égale, la force élastique de leurs vapeurs est-elle moindre que celle de l'eau.*« Gay-Lussac fügt in seinen *Leçons de Physique, T. I p. 416*: »*En général une vapeur se dégageant d'un liquide quelconque pur ou impur, aura toujours la température de la dernière couche de liquide, qu'elle traverse. Telle est l'expression simple du phénomène,*« und in den *Annal. de chimie et de physique, T. XLIX p. 391*: »*La température de la vapeur émergente, ou ce qui revient au même, de la dernière couche liquide est donc exactement celle d'ébullition sous une pression atmosphérique donnée.*« Pouillet in seinen *Elemens de phys. experiment. 2^{me} Edit. T. I p. 360* bemerkt: »*Ainsi, dans la dissolution de sel ordinaire, par exemple, la vapeur qui se forme pendant l'ébullition est à la température de 109° est sous la pression de $0^{\text{m}},76$; c'est-à-dire que sa tension n'est pas*

au Maximum, ou plutôt sa tension est un maximum dépendant de son contact avec la dissolution et moindre que le maximum absolu.

Allein, aller dieser Autoritäten ungeachtet, ist diese Ansicht durchaus unrichtig, vielmehr ist die Temperatur des aus einer siedenden Salzlösung aufsteigenden Dampfs, wie das weiterhin Angeführte zeigen wird, unabhängig von der Natur und der Menge des Salzes; sie ist bei gleichem Barometerstande absolut dieselbe wie die des Dampfs aus reinem Wasser.

Zur genaueren Untersuchung dieses Gegenstandes bin ich veranlaßt worden, nachdem ich gefunden, daß reines Wasser beim Sieden, dies mag in gläsernen oder metallenen Gefäßen geschehen, unter gleichem Luftdruck immer einen Dampf von genau derselben Temperatur liefert ¹⁾, wiewohl das Wasser selbst, wie schon Gay-Lussac beobachtet hat, wirklich in den ersteren Gefäßen um etwa 1°,3 C. heißer wird, als in den letzteren. Da in diesem Falle die Temperaturunterschiede des siedenden Wassers durch eine ungleich starke Anziehungskraft der verschiedenartigen Gefäße hervorgebracht werden, so schien es mir mehr als wahrscheinlich, daß auf eine ganz ähnliche Weise die Anziehung des Salzes nur die Lösung selbst in ihrer Temperatur über 100° erhöhe, ohne dabei einen Einfluß auf die Temperatur des Dampfs zu äußern; und diese Vermuthung hat sich vollkommen bestätigt.

Ehe ich die Resultate der mit verschiedenen Salzlösungen gemachten Versuche mittheile, will ich beschreiben, wie ich diese Versuche angestellt habe, um den Einfluß aller äußeren störenden Umstände zu entfernen.

Der zur Untersuchung angewandte Apparat ist auf Taf. III in Fig. 1 abgebildet. Er besteht aus einem Glas-

1) Diese Versuche sind enthalten in einer i. J. 1834 der K. Academie der Wissenschaften zu Stockholm vorgelegten Abhandlung, betitelt: Ueber die genauere Construction des Thermometers.

kolben *AB* mit einem langen cylindrischen Halse von etwa anderthalb Zoll im Durchmesser. An dem oberen Ende ist ein messingener Beschlag *mn* fest aufgekittet, auf den der Deckel *op* von Messing aufgeschraubt wird. Die zwei in diesen Deckel eingesetzten Röhren *ss* dienen zum Entweichen des Dampfs. Da die äußeren Wände des Kolbens durch die Berührung mit der äußeren Luft fortwährend abgekühlt werden, also eine Verdichtung des Dampfs an der Innenwand entsteht, so ist an der Unterseite des Deckels um das Loch eine messingene Röhre angelöthet, und hierin ein Glascylinder festgeschraubt und eingekittet, so dafs, wenn der Deckel aufgesetzt ist, dieser Cylinder mitten in dem Halse des Kolbens hängt, seine Außenwand also während des Siedens der Flüssigkeit nicht mit der kalten Luft in Berührung kommt, sondern überall von dem heißen Dampf umgeben ist. Dieser Cylinder ist von gleicher Länge mit dem Kolbenhalse und oben mit einem Korne verschlossen, durch welchen das Thermometerrohr geht. Die Kugel des Thermometers befindet sich in dem Cylinder, etwa einen Zoll von dessen unterem Ende abgehend, also in einem Raume, welcher nicht nur selbst mit Dampf erfüllt ist, sondern dessen Wandung auch von demselben Dampfe umgeben wird. In dem eben erwähnten Korne ist neben der Thermometerrohre noch zum Entweichen der in den Cylinder eingeschlossenen Luft ein Loch angebracht, welches entweder, nachdem der Dampf einige Zeit frei durch dasselbe ausgeströmt war, verschlossen wurde, oder auch während der Beobachtung offen blieb, weil ich mich überzeugt hatte, dafs das Resultat in beiden Fällen gleich ausfiel. Um endlich zu verhüten, dafs nicht durch den aufsteigenden Dampf einige Tropfen von der Salzlösung mechanisch mit in die Höhe gerissen und auf die Thermometerkugel geschleudert würden, ist ein ausgeschnittenes Stück Messinggewebe oder eine nach unten concave Messingplatte *ab*, im Durchmesser etwas gröfser als

als der Cylinder, am unteren Ende desselben, in einem Abstand von etwa einem Zoll, befestigt. Die durch diese Vorrichtung erlangte Abhaltung von etwa zufällig in den Cylinder spritzenden Tropfen ist in hohem Grade wesentlich; ohne sie werden die Resultate leicht ganz zerstört.

Für die feinere Temperaturbestimmung befindet sich neben der Thermometerröhre eine messingene Scheibe mit einer eingelegten fein getheilten Silberlamelle und einem daran angeschraubten Mikroskope von dreimaliger Vergrößerungskraft. Mit diesem konnte man zugleich die Skale und das Ende der Quecksilbersäule beobachten. Das Thermometer ist eins von meinen Normalthermometern, die ich mit größter Sorgfalt kalibriert ¹⁾, und auch, was ihre Normalpunkte betrifft, mit aller Genauigkeit selbst verfertigt habe. Jeder Grad in der Nähe des Siedpunkts beträgt 15,07 Skalentheile, und von diesen lassen sich mit voller Sicherheit die Fünftel und mit ziemlicher die Zehntel schätzen. Auf der Röhre ist nahe beim Siedpunkte ein äußerst feiner Strich mit einem Diamant gemacht, und dessen wahre Lage bestimmt. Bei der Beobachtung wurde die Anzahl der Skalentheile zwischen diesem Strich und dem Ende der Quecksilbersäule gemessen, aufgezeichnet und in Theilen eines Grades berechnet.

Mit dem so eingerichteten Apparat ist die Mehrzahl der folgenden Beobachtungen angestellt, und das vorhin angeführte einfache Resultat erhalten worden. Da dieses Resultat indess für die ganze Theorie der Dampfbildung von großer Wichtigkeit ist, so habe ich noch, um die abkühlende Wirkung der äusseren Luft vollkommen von dem Kolben zu entfernen, nicht nur den Hals dieses Kolbens, sondern auch den nicht mit der Flüssigkeit gefüllten Theil seines Bauchs, mit einer doppelten Hülle von dünnem Kupferblech umgeben. Die Fig. 2

¹⁾ Hiebei habe ich eine eigene Kalibrirungsmethode gebraucht, die in der so eben citirten Abhandlung vollständig beschrieben ist.

Taf. III ist eine Abbildung desselben. *MN* ist ein doppelter Cylinder von etwa $2\frac{1}{4}$ Zoll innerem Durchmesser, der sich unten bei *NQPO* trichterförmig erweitert, so daß er den Hals und den oberen convexen Theil des Kolbens so ziemlich umschließt. Der innere Abstand zwischen den Wänden dieser Hülle beträgt überall etwa einen Viertelzoll. Diese Hülle steht mittelst der Röhre *PT* in Verbindung mit einem kleinen kupfernen Kessel worin Wasserdampf erzeugt wird, der dann den ganzen inwendigen Raum *PONQMS* durchströmt und bei *V* heraustritt.

Denkt man sich nun diese Hülle um den Kolben gestellt und den Zwischenraum zwischen dem Rand *MS* der ersteren und dem messingenen Beschlag *mn* (Fig. 1) mit einem Kork luftdicht verschlossen, damit die erhitzte Luft nicht entweichen könne, so wird es klar seyn, daß die äußeren Wände mittelst des durch die Hülle strömenden Wasserdampfs auf die Temperatur dieses Dampfs gehalten werden müssen und keine Erkältung durch die atmosphärische Luft erfahren können. Ich hatte geglaubt, daß der zuvor beschriebene Glascylinder zur Abhaltung des Einflusses der Luft hinreichend seyn werde, und wirklich haben auch alle Versuche mit der Hülle mich von der Richtigkeit dieser Vermuthung überzeugt. Das Resultat fiel ganz gleich aus, ich mochte die Temperatur des Dampfs beobachten, ehe Dampf aus dem Kessel *R* in die Hülle geleitet wurde, oder nachher, als Dampf die Hülle durchströmte. Aus diesem Grunde habe ich bei den meisten der späterhin angestellten Beobachtungen die Hülle, ihrer Umständlichkeit wegen, fortgelassen.

Die Versuche sind an verschiedenen Tagen, und wie aus der folgenden Tafel hervorgeht, bei sehr verschiedenen Barometerständen angestellt. Die Absicht hierbei war, nicht nur das Resultat durch eine oftmalige Wiederholung der Versuche sicherer zu machen, sondern auch zugleich zu sehen, ob die Temperatur genau dem

Gang des Barometers folgen würde, weil, wenn dies der Fall, der stärkste Beweis gewonnen wäre, die Ursache der Erscheinung, daß der Dampf eine weit niedrigere Temperatur als die Salzlösung, und genau die unter gleichem Luftdruck beim Dampf des destillirten Wassers anzutreffende besitzt, nicht der abkühlenden Wirkung der Luft zuzuschreiben, sondern in dem Proceß der Dampfbildung selbst zu suchen sey. Eine andere wichtige Folgerung, zu welcher die Wiederholung dieser Versuche unter ungleichem Luftdruck leitet, werde ich weiterhin entwickeln. Während der Anstellung dieser Versuchsreihe habe ich mehrmals die Temperatur des Dampfs vom destillirten Wasser geprüft, hauptsächlich in der Absicht, um zu erfahren, ob in Folge der fortwährenden Erhitzungen der Siedpunkt des Thermometers eine kleine Veränderung seiner Lage erlitten habe. Wirklich erhöhte sich auch anfangs der Siedpunkt um etwa drei Hundertel eines Grades; allein hernach blieb er auf diesem Punkte stehen.

Die von mir angewandten Flüssigkeiten sind Lösungen von salzsaurem Kalk, neutralem kohlensauren Kali, Salpeter, Kochsalz und schwefelsaurem Zinkoxyde. Detaillirte Beobachtungen habe ich bloß mit den drei ersten Lösungen angestellt, weil die beiden letzten nicht nur das mit den ersteren erhaltene Resultat bestätigten, sondern auch im concentrirten Zustand eine niedrigere Temperatur beim Sieden zeigten. In der Lösung des salzsauren Kalks stieg ein Mal die Temperatur bis auf 150° C., in der Salpeterlösung war sie etwa 116° . Anfangs hatte ich neben dem inneren Cylinder ein bis 360° C. graduirtes Thermometer in die Flüssigkeit gesetzt; da aber bei der fortwährenden Concentration die Temperatur immer fort stieg, und ich die zugehörigen specifischen Gewichte der Lösung nicht ohne viele Umstände bestimmen konnte, so habe ich späterhin das Beobachten der Temperatur der Lösungen unterlassen. Hiebei muß ich

jedoch bemerken, daß zu Anfang jeder Reihe von Versuchen die Lösungen immer so concentrirt waren, daß bei der Temperatur des Zimmers noch Salz in Menge unaufgelöst blieb. Durch von Zeit zu Zeit wiederholtes Sieden wurden sie allmähig immer mehr und mehr concentrirt.

Was das Barometer betrifft, so habe ich ein von Bunsen in Paris verfertigtes Reisebarometer gebraucht. Da sich zwischen diesem und einem, Hrn. Prof. Mosander zugehöriges, von Pistor und Schieck, ein Unterschied zeigte, letzteres nämlich ein wenig höher stand, so habe ich diesen Unterschied immer berichtigt. Uebrigens ist klar, daß es bei den vorliegenden Untersuchungen nicht sehr auf die absolute Richtigkeit der Angaben des Barometers ankommt, einerseits, weil ich immer die Temperatur des Dampfs aus den Salzlösungen mit der Temperatur des Dampfs von reinem Wasser verglichen habe, und andererseits, weil die Barometerveränderung für einen Grad unter und einen Grad über 100° C., nach Biot's Tafel der Elasticität des Dampfs, deren ich mich zu den Reductionen bedient habe, nur $0^{\circ},0073$ beträgt, was nicht vollen $0^{\circ},003$ entspricht. Die Unrichtigkeit des Barometers afficirt freilich das Thermometer, da aber der hieraus entspringende kleine Fehler schon auf das von mir gebrauchte Thermometer bei der Festsetzung seines Siedpunkts übergegangen ist, so wird sie im gegenwärtigen Fall von keinem Einfluß seyn.

Nachstehende Tafel enthält die Beobachtungen. Die Reduction des Barometers auf 0° ist, gemäß den Versuchen von Dulong und Petit über die Ausdehnung

des Quecksilbers, nach der Formel $\frac{h}{1 + 0,00018018 \cdot t}$ berechnet.

Natur der Flüssigkeit.	Beobachteter Barometerstand.	Thermometer am Barometer.	Auf 0° reducirter Barometerstand.	Entsprechende Temperatur.	Beobachtete Temperatur.	Unterschied.
Destillirtes Wasser	76,620	+18°,4	76,367	100°,13	100°,14	+0°,01
Concentrirte Lösung von salpeters. Kalk	76,625	21,0	76,337	100,12	100,13	+0°,01
Weiter concentrirt	77,032	16,0	76,811	100,30	100,28	-0°,02
-	77,195	16,67	76,964	100,35	100,34	-0°,01
-	77,170	18,60	76,912	100,33	100,32	-0°,01
-	77,093	14,75	76,889	100,32	100,29	-0°,03
-	76,770	16,00	76,550	100,26	100,18	-0°,02
-	76,385	16,80	76,154	100,06	100,07	+0°,01
Concentrirte Lösung von Salpeter	77,125	15,00	76,917	100,33	100,36	+0°,03
Weiter concentrirt	76,000	15,75	75,785	99,92	99,95	+0°,03
-	75,980	16,50	75,755	99,91	99,93	+0°,02
-	76,420	16,40	76,195	100,07	100,08	+0°,01
Destillirtes Wasser	77,570	18,00	77,320	100,49	100,50	+0°,01
-	77,480	18,00	77,230	100,45	100,48	+0°,03

Natur der Flüssigkeit.	Beobachter Barometerstand.	Thermometer am Barometer.	Auf 0° reducirter Barometerstand.	Entsprechende Temperatur.	Beobachtete Temperatur.	Unterschied.
Concentr. Lösung v. neutr. kohlens. Kali	77,245	20°,00	76,968	100°,35	100°,37	+0°,02
Weiter concentrirt	76,590	18,75	76,332	100,12	100,15	+0,03
-	76,225	20,00	75,952	99,98	100,02	+0,04
-	76,150	19,4	75,884	99,96	99,98	+0,02
-	75,945	19,4	75,679	99,88	99,92	+0,04
-	75,870	19,4	75,604	99,85	99,88	+0,03
-	75,720	18,00	75,476	99,80	99,85	+0,05
Destillirtes Wasser	75,400	19,6	75,135	99,67	99,72	+0,05
Concentrirte Lösung von salzsaur. Kalk	76,335	18,6	76,080	100,03	100,08	+0,05
Weiter concentrirt	76,905	21,00	76,615	100,23	100,27	+0,04
-	75,825	18,5	75,573	99,84	99,89	+0,05
dito äufserst concentrirt	75,670	17,6	75,431	99,79	99,84	+0,05
Destillirtes Wasser	75,670	20,0	75,399	99,78	99,83	+0,05
-	74,435	20,0	74,168	99,31	99,33	+0,02
Concentrirte Lösung von salzsaur. Kalk	74,245	20,0	73,979	99,24	99,28	+0,04
Weiter concentrirt	74,015	20,0	73,779	99,16	99,17	+0,01
-	73,730	19,25	73,475	99,05	99,08	+0,03
-	73,610	19,00	73,359	99,00	99,03	+0,03

Bei den mit * bezeichneten Beobachtungen war die Kupferhülle gebraucht.

Die in der letzten Kolumne enthaltenen Unterschiede zwischen der beobachteten und der aus dem Barometerstand berechneten Temperatur sind freilich ungleicher unter einander, als sie es nach der möglichen Gröfse eines einzelnen Beobachtungsfehlers bei der Anstellung meiner Versuche seyn könnten; allein augenscheinlich rührt ein grofser Theil dieser Ungleichheiten von einer kleinen Volumsveränderung der Thermometerkugel her, da diese Schwankungen bei den Versuchen mit destillirtem Wasser eben so grofs ausfallen. Diese Volumsänderungen der Thermometerkugel müssen deren successiven Erhitzungen und Abkühlungen zugeschrieben werden. Berücksichtigt man dies, so wird der übrige Theil der Unterschiede so klein, dafs man ihn mit vollkommenem Recht als Beobachtungsfehler ansehen mufs. Dieser Schluss wird noch einleuchtender, wenn man einerseits aus allen Unterschieden für das Wasser und andererseits aus allen Unterschieden für die Salzlösungen das Mittel nimmt. Jenes wird $= +0^{\circ},028$ und dieses $= +0^{\circ},021$. Da diese beiden Mittelwerthe der Unterschiede fast identisch sind, so folgt also:

Dafs der Dampf, welcher aus einer siedenden Salzlösung aufsteigt, durchaus dieselbe Temperatur hat als der unter gleichem Luftdruck aus destillirtem Wasser entwickelte Dampf, um wie viele Grade die Temperatur der Lösung selbst vermöge der Menge und Natur des Salzes hiebei auch höher seyn möge.

Dies ist das Erste, was die bis jetzt angeführten Resultate meiner Versuche auf das Bestimmteste darlegen. Allein sie scheinen auch noch zu dem Schlusse zu führen, dafs dieser Satz allgemein gültig sey, ganz unabhängig von der Gröfse des Luftdrucks. Nach der vorhergehenden Tafel schwankte bei den Versuchen mit Salzlösungen der Barometerstand von 76,968 bis 73,359 Centim. also um 3,609 Centim., welche $1^{\circ},35$ C. entsprechen. Obgleich diese Schwankung nur $\frac{1}{4}$ des vollen Barometer-

standes beträgt, so ist für ihren Umfang die Uebereinstimmung mit dem Verhalten beim destillirten Wasser so genau, daß man wohl berechtigt scheint, wenigstens mit der größten Wahrscheinlichkeit zu schliessen:

Die Temperatur des aus einer siedenden Salzlösung aufsteigenden Dampfs sey, unter welchem Luftdruck das Sieden auch geschehe, immer dieselbe wie unter gleichen Umständen die des Dampfs von siedendem Wasser;

oder mit anderen Worten:

Dasselbe Verhältniß, welches beim destillirten Wasser zwischen der Elasticität im Maximo der Dichtigkeit des Dampfs und der Temperatur desselben stattfindet, gilt auch für Salzlösungen, sobald der Dampf aus diesen durch Sieden gebildet wird; der Luftdruck, unter welchem das Sieden geschieht, mag so gering, und, in Folge hievon, die constante Temperatur, bei welcher das Sieden fort dauert, so niedrig seyn, wie man will.

Dieser wichtige Satz ist zwar, was seine allgemeine Gültigkeit betrifft, bis jetzt noch nicht vollständig von mir erwiesen; allein weit sonderbarer, als der von mir aufgestellte Satz selbst, wäre es, wenn seine Gültigkeit nur auf den mittleren Barometerstand und dessen Schwankungen an der Erdoberfläche eingeschränkt seyn würde. Bereits habe ich mir einen Apparat verfertigen lassen, worin eine Salzlösung unter beliebigem Luftdruck und eine beliebige Zeit hindurch mittelst einer Weingeistlampe im Sieden erhalten werden kann, dadurch, daß die Wasserdämpfe aus dem Kolben in einen großen, mit der Luftpumpe in Verbindung stehenden Glaskolben geleitet werden, worin, wie in dem Kolben, die Luft verdünnt worden ist, und worin die Dämpfe durch herumgelegtes Eis in dem Maasse, als sie sich bilden, augenblicklich condensirt werden. Diesen Apparat habe ich so weit geprüft, daß ich überzeugt bin, mit ihm meinen Zweck

zu erreichen; allein Mangel an Eis während dieser Jahreszeit (Sommer 1834) hat bis jetzt den Anfang der Versuche noch aufgeschoben; sie sollen indess, sobald die Umstände es gestatten, vorgenommen, und ihre Resultate baldigst mitgetheilt werden.

Betrachten wir nun andererseits die Dampfbildung aus Salzlösungen durch Abdampfung, so ist es, nach den Versuchen von Dalton, Gay-Lussac, Prinsep etc., als entschieden anzusehen, daß der Dampf von einer Salzlösung eine weit geringere Elasticität hat, als der von reinem Wasser, wenn beide Flüssigkeiten dieselbe Temperatur besitzen. Umgekehrt folgt also, daß bei derselben Elasticität der Dampf von einer Salzlösung heisser sey, als der von reinem Wasser. Aus obigen Versuchen geht gleichfalls hervor, daß dieser Temperaturunterschied mit der Menge des Salzes wachse, und daß er übrigens nach der Natur des Salzes sehr verschieden sey. Da dieß eben so wenig bestritten werden kann, als das zuvor angeführte Resultat, so folgt deutlich:

Daß zwischen der Temperatur des Dampfs und seiner Elasticität ein ganz anderes Verhältniß besteht, wenn dieser Dampf durch's Sieden einer Salzlösung, als wenn er durch's Abdampfen von der Oberfläche derselben erzeugt wird.

Was die Ursache dieser Verschiedenheit sey, so wie die Einerleiheit der Temperatur des unter gleichem Luftdruck aus Wasser und aus einer Salzlösung gebildeten Dampfs, — das kann erst nach einer genaueren Untersuchung über die Dampfbildung aus Salzlösungen durch Abdampfung vollständig entschieden werden. Diese Untersuchung wird den Inhalt der zweiten Abtheilung dieses Aufsatzes ausmachen, welche ich, sobald als alle dahin gehörigen Versuche beendet sind, bekannt zu machen gedenke; bis dahin werde ich die Erklärung, so wie sie aus der Gesammtheit der Erfahrungen hervorgehen scheint, verschieben. Was ich bis jetzt anführen

könnte, würde in vieler Hinsicht mehr den Charakter einer Hypothese, als den einer Erklärung an sich tragen, da noch einige Punkte ununtersucht geblieben sind. Bemerken muß ich jedoch im Vorbeigehen, daß eine bedeutende Verschiedenheit des Verhaltens beim Sieden und beim Abdampfen nicht so sonderbar ist, als es auf dem ersten Blick erscheinen könnte, weil ein bedeutender Unterschied zwischen diesen beiden Processen der Dampfbildung schon darin besteht, daß die zur Verwandlung des Wassers in Dampf erforderliche beträchtliche latente Wärme oder die Gasificationswärme beim Abdampfen in jeden Augenblick von Außen in zureichender Menge herbeikommt, beim Sieden dagegen von der Flüssigkeit selbst entnommen werden muß, und weil wir überdies wohl die Erscheinung des Siedens so gut wie vollkommen einzusehen vermögen, nicht aber so die der Abdampfung, welche vielmehr eine Erscheinung ist, deren Entstehungsart und Entwicklung uns noch größtentheils, wenn nicht ganz und gar, unbekannt sind.

V. *Wirksamkeit hohler Magnetstäbe.*

Hr. Nobili liefs aus gleichem Stahl zwei Cylinder verfertigen, beide von gleicher Länge und gleichem Durchmesser, den einen aber massiv und den andern seiner Axe nach durchbohrt. Der erste wog 28,5, der zweite 16 Grm. Sie wurden auf gleiche Weise bis zur Sättigung magnetisirt und nun successiv in gleichem Abstand von der Nadel einer Bussole gebracht. Der massive Cylinder gab nur $9^{\circ},5$, der hohle dagegen 19° Ablenkung. Nach Hrn. N. rührt dies daher, daß bei einem massiven Stahlcylinder nur die äußeren Schichten vollkommen gehärtet und eines permanenten Magnetismus fähig sind. (*Ant. di Firenze.* — *Vergl. Annal. Bd. XVII S. 412.*)

VI. Ueber den Magnetismus der Erde; vom Professor Ludwig Moser zu Königsberg.

(Schluß von S. 84 des vorigen Hefts.)

Um die mittlere Wärme unserer Halbkugel auf eine andere Weise mit den Beobachtungen zu vergleichen, wähle ich die Temperatur des Bodens im Meridian der Westküste Europa's, nämlich:

Ort.	Breite.	Temperat. beob.	Berechnet.	Differenz.
St. Jago	15° 0'	19°,55 R.	20°,34	+0,79
Teneriffa	28 30	14 ,4	15 ,01	+0,61
Madeira	32 38	14 ,98	13 ,58	—1,40
Carneaux	43 0	11 ,2	10 ,35	—0,85
Paris	48 50	9 ,51	8 ,48	—1,03
Gosport	50 48	9 ,11	8 ,34	—0,77
London	51 31	8 ,32	8 ,17	—0,15
Cork	51 54	8 ,54	8 ,08	—0,46
Dublin	53 21	7 ,74	7 ,75	+0,01
Kendal	54 17	6 ,76	7 ,55	+0,79
Armagh	54 20	6 ,89	7 ,54	+0,65
Keswick	54 33	7 ,38	7 ,49	+0,11
Ernisco	54 48	7 ,38	7 ,44	+0,06
Londonder.	55 0	6 ,62	7 ,40	+0,78
Bellycastle	55 12	7 ,11	7 ,35	+0,25

Nach der Methode der kleinsten Quadrate findet sich hieraus:

$$t. R = 27,11(1 - \sin \varphi) + 3,72 \sin^2 \varphi$$

oder:

$$t. R = 27,11(1 - \sin \varphi + 0,137 \sin^2 \varphi).$$

Die Resultate dieser Formel sind in der obigen Tabelle mit ihren Differenzen von den Beobachtungen bereits enthalten. Es ist klar, daß sie die Temperatur der tropischen Gegenden zu hoch anschlägt, die der mittleren Breiten zu niedrig, und über den 50sten Grad der Breite hinaus wiederum zu hoch. Bestimmt man jedoch nach

ihr die *mittlere* Wärme dieses Meridians, so erhält man dasselbe Resultat, als nach den gewöhnlichen Interpolationsformeln, die, wenn man dieselben auf die obigen Beobachtungen anwendet, viel besser aufschliessende Werthe geben. Wenn es darauf ankommt, die Beobachtungen *darzustellen*, so würde das die obige Formel ebenfalls leisten, sobald zu ihr noch Glieder, wie $\sin 3\varphi$ und $\cos 4\varphi$ hinzugefügt werden; oder — da $\sin 3\varphi$ sich durch $\sin \varphi$ und $\sin^3 \varphi$ ausdrücken läßt, $\cos 4\varphi$ durch $\sin^2 \varphi$ und $\sin^3 \varphi$ — sobald man ihr die Form gäbe $\alpha + \beta \sin \varphi + \gamma \sin^2 \varphi + \delta \sin^3 \varphi + \epsilon \sin^4 \varphi$. Es ist jedoch nicht meine Absicht, diese Differenzen aufzuheben, denn gerade durch sie werden die vorhergehenden Schlüsse vollkommen bestätigt. Diese sind folgende: Es wird angenommen, daß die Sonnenwirkung proportional sey $1 - \sin \varphi$, oder, was dasselbe ist, $\sin^2 (45 - \frac{1}{4}\varphi)$, oder endlich, wenn man sie der Mayer'schen Form nähern will, proportional

$\frac{\cos^2 \varphi}{1 + \sin \varphi}$. Die ungleiche Temperatur der Halbkugeln

bringt noch ein Glied hinzu: $\sin^2 \varphi$, dessen Coëfficient positiv ist in der nördlichen Halbkugel und negativ in der südlichen. Auf diese Weise eingerichtet, giebt die Formel dieselbe Wärmemenge für die Halbkugel als die Beobachtungen, d. h. als diejenigen Formeln, die sich ihnen am besten anschließen; allein sie vertheilt diese Wärme anders, und dasselbe Resultat habe ich durch die Berechnung der Temperaturen an der Ostküste Amerika's gefunden, die ich hier nicht weiter mittheile. Es ist ein sehr wesentlicher Punkt, daß die Wärmemenge durch diese Art Formeln immer richtig dargestellt wird; denn, was die einzelnen Temperaturen anbetrifft, so weichen sie an den Grenzen sehr ab. So ist z. B. nach der eben mitgetheilten Formel, die Temperatur des Aequators 27° R. und die des Pols beinahe $+4^\circ$, beide also gegen die Wirklichkeit viel zu groß.

Inzwischen muß man erwägen, daß der Ausdruck

$a(1 - \sin \varphi)$, wenn man von dem zweiten Glied abstrahirt, nur die Sonnenwirkung darstellt, und den Einfluss der atmosphärischen Luft auf die wirklichen Temperaturen völlig übersieht. Dieser Einfluss ist bedeutend, und gründet sich darauf, dass nach der wärmeren Gegend die kalte Luft strömt, und durch warme ersetzt wird. In derjenigen Zone, wo die regelmäßigen Passatwinde von Norden her wehen, muss die Temperatur deprimirt werden, und eine Formel, die bloß von der Sonnenwirkung abhängt, muss höhere Wärmegrade geben, als in der That beobachtet werden; wie das der obige Ausdruck bestätigt. In den mittleren Breiten herrscht umgekehrt ein Wind aus Süden vor, und dieselbe Formel, welche die Temperatur der tropischen Gegenden zu hoch ergab, wird in diesen Breiten überall eine geringere Wärme finden lassen. Im höheren Norden herrschen wiederum Nordwinde, und ein anderes Element, nämlich die Aenderung des Aggregatzustandes des Wassers, mit welcher ein Wärmeverlust verbunden ist, deprimiren die Temperatur; also wird die Formel, die diese Einflüsse nicht berücksichtigt, die Wärmegrade dieser Breite gegen die Wirklichkeit übertreiben. Nirgends ist die Wirkung der Sonne auf die Temperatur des Bodens von diesen Störungen frei, vielleicht nur an der Gränze derselben, und daher wurde zur Bestimmung der Constante a die Temperatur im 28sten Grad der Breite gewählt, und der Erfolg hat diese Wahl gerechtfertigt.

Der Einfluss dieser Störungen würde sich, wie schon erwähnt, entweder durch $\cos 4\varphi$, oder in Verbindung mit $\sin 3\varphi$ berechnen lassen, wodurch die Formel für die Temperatur, nach Potenzen des Sinus der Breite, fortschreitet. Allein diese letztere Form muss man nicht wählen, oder doch, nachdem die Constante berechnet worden, die Glieder $\cos 4\varphi$ und $\sin 3\varphi$ daraus wieder absondern. Es kommt nicht auf die scheinbare Symmetrie der Ausdrücke an, sondern darauf, dass man die Be-

deutung ihrer Glieder hienne, und an diejenigen von $\cos 4\varphi$ und $\sin 3\varphi$ muß der Factor wegen der Länge angebracht werden, damit man eine Formel erhalte, welche nicht bloß für einen Meridian gilt, sondern die Temperatur der Halbkugel mit eins darstelle, wie ich das bei einer anderen Gelegenheit ausführlicher zeigen werde.

So wie man den Einfluß dieser großen Luftströmungen auf die Temperatur finden kann, so könnte man nicht minder ihren Einfluß auf die magnetische Vertheilung der Erde berechnen. Es kommen durch sie Glieder in die Form dieser Vertheilung, welche, aufser den bereits enthaltenen, noch dem $\sin^2 \varphi$ und $\sin^4 \varphi$ proportional sind. Die Integrale (IV bis VI) erhalten daher statt des Sinus der Breite, oder $(\sin \varphi \cos \eta + \cos \varphi \sin \eta \cos \alpha)$ auch noch dessen dritte und vierte Potenzen. Nichts desto weniger sind sie zu bestimmen, da überhaupt nur Integrale von der Form

$$\int \frac{\sin^m \eta \cos^n \eta d\eta}{(1 - \cos \eta)^{\frac{p}{2}}}$$

vorkommen, worin m, n, p ganze Zahlen, und m aufserdem ungerade ist — Integrale, die immer rational zu machen sind, wie man sogleich sieht. Ja, da sie von 0 bis π zu nehmen sind, so wird ihr Werth ein sehr einfacher, und hängt bloß von einer Potenz von $\sqrt{2}$ ab, wenn p eine ungerade Zahl — wie das hier immer der Fall ist.

Allein, obgleich dies auszuführen wäre, so soll für jetzt doch die magnetische Vertheilung nur von der Breite abhängen, und Umstände, die auch nach der Länge verschieden sind, soll sie nicht berücksichtigen. Dazu gehören nun die Luftströmungen, auf deren Rechnung ohne Zweifel der überwiegende Theil jener Differenzen der Temperatur, und daher auch der magnetischen Kraft, längs der verschiedenen Meridiane kommt. Es scheint zweck-

mässiger, den ganzen Effect jener Differenzen auf die magnetischen Erscheinungen an einem Orte, auf eine Art zu berechnen, die im Verlauf dieses Aufsatzes angegeben werden wird. Man könnte freilich einwenden, daß die Annahme der magnetischen Vertheilung

$$= \sin \varphi + b \sin^2 \varphi$$

ein Glied enthalte, das ebenfalls von der Länge abhängt, nämlich das Glied $b \sin^2 \varphi$, für die einfache Vertheilung in beiden Halbkugeln. Da der Temperaturunterschied beider in verschiedenen Meridianen nicht gleich ist, so kann es auch die magnetische Kraft nicht seyn; nach der obigen Formel für die Bodentemperatur in Europa fände sich z. B. $b=0,137$, während dasselbe, aus der ganzen Betrachtung beider Hemisphären berechnet: 0,05528 war. Dieser Einwand ist richtig; allein bei dem jetzigen Stand der Sache läßt er sich entfernen; nur *unerheblich* kann man ihn machen, wenn aus dem Werthe von b blofs Folgerungen gezogen werden, die für die Hemisphäre im Ganzen gelten, und auf anderweitige, specielle verziehtet.

Uebrigens will ich noch bemerken, daß gerade dieser grössere Werth des Coëfficienten von $\sin^2 \varphi$, aus der Temperatur Europa's berechnet, die aufgestellte Theorie sehr unterstützt; denn in keinem Meridian ist die Differenz in beiden Hemisphären grösser als hier, und b hängt von dieser Differenz ab. Es fand sich oben, zwischen der Inclination am Aequator und dem Werthe von b , die Gleichung $\tan I = \frac{2}{3} b$. Wird hier $b=0,137$ angenommen, so würde sich für I eine südliche Depression von $3^\circ 8'$ ergeben, mehr als doppelt so groß gegen die mittlere Neigung am Aequator von $1^\circ 16'$.

Es ist numehr leicht, das Wärmeverhältniß der beiden Halbkugeln zu bestimmen. Die Inclinationsnadel kann diese Aufgabe lösen, welche durch das Thermometer wohl nie gelöst werden dürfte. Es sey

$$a(1 - \sin \varphi + b \sin^2 \varphi)$$

die Temperatur der nördlichen, so ist die der südlichen: $a(1 - \sin \varphi - b \sin^2 \varphi)$. Multiplicirt man beide Ausdrücke mit $\cos \varphi d\varphi$ und integrirt von 0 bis $\frac{\pi}{2}$, so erhält man die mittlere Wärme beider Halbkugeln: $a(\frac{1}{2} + \frac{1}{3}b)$ und $a(\frac{1}{2} - \frac{1}{3}b)$. Das Verhältniß dieser Temperaturen ist von a unabhängig; es kommt dabei nur auf b an, welches durch die Inclinationsnadel bestimmt worden. Setzt man für b den obigen Werth: 0,05528, so ist das gesuchte Verhältniß = 1,07624; und wenn demnach die mittlere Wärme der nördlichen Hemisphäre 15° R. beträgt, so ist die der südlichen $13^\circ,93$.

Prevost hatte dasselbe Verhältniß auf $\frac{1}{4}$ oder 1,22... festgesetzt; allein die Schlüsse, welche er anwendet, um zu dieser Zahl zu gelangen, ermangeln jeder Zuverlässigkeit. Er geht von der Thatsache aus, daß die mittlere Gränze der Passate, nicht mit dem Aequator zusammenfalle, sondern in $5^\circ 15'$ nördl. Br. liege, und läßt nun diesen Parallelkreis die Erde in zwei Hälften mit gleicher Wärmemenge theilen. Wenn $f(\varphi)$ die Temperatur in der Breite φ bedeutet, und x der Parallelkreis ist, der die Erde in zwei gleiche thermische Theile theilt, dann ist folgende Gleichung vorhanden:

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} f(\varphi) \cos \varphi d\varphi - \int_0^x f(\varphi) \cos \varphi d\varphi = \int_0^{\frac{\pi}{2}} f(\varphi) \cos \varphi d\varphi + \int_0^x f(\varphi) \cos \varphi d\varphi$$

oder:

$$N - P = S + P,$$

mit N die Mittelwärme der nördlichen, mit S die der südlichen bezeichnet. Daher:

$$\frac{S}{N} = 1 - \frac{2P}{N}.$$

Setzt man z. B. $f(\varphi) = m + n \cos^2 \varphi$, dann ist $\frac{S}{N}$ oder das Verhältniß beider Halbkugeln, für den Fall, daß x nur einen geringen Werth hat, nahe genug

$$1 - \frac{2(m+n) \sin x}{m + \frac{2}{3}n}$$

Hier ist $m+n$ die Temperatur des Aequators, $m + \frac{2}{3}n$ die mittlere Wärme der Halbkugel. Nimmt man die erste zu 22° , die zweite zu 15° an, ferner x zu $5^\circ 15'$ so findet sich:

$$\frac{S}{N} = 0,7316 \text{ oder } \frac{N}{S} = 1,367.$$

Hat also die nördliche 15° , dann würde die südliche nur $10^\circ,97$ mittlere Wärme haben! Ich kann übrigens Prevost's Abhandlung im *Journal de physique* nicht benutzen, um zu erfahren, woher der Unterschied meiner Rechnung von der seinigen rührt. — Inzwischen ist zu bemerken, daß der Satz, die Gränze beider Passate theile gleiche Wärmemengen ab, wie es hier vorausgesetzt worden, nicht bewiesen werden kann. Und wenn das auch geschehen könnte, so ist doch die Folgerung aus diesen Windesverhältnissen eine precäre, ja unstatthafte, sobald nur die kleine Region, im atlantischen Océan, berücksichtigt wird. Das Resultat einer so speciellen Betrachtung kann keine Gültigkeit für die Hemisphäre haben. Im indischen Meer, wo die Passate sich in Monsuns verwandeln, wäre sie eben so wenig anzuwenden, als in den Continenten des Aequators, und was die südliche betrifft, so sind die Verhältnisse der Passate dort viel zu wenig bekannt. Wenn wir in dieser letzteren Region den Anzeigen der Inclination folgen, so findet hier zwischen der nördlichen und südlichen Halbkugel nur eine geringe Differenz statt, und zwar ist hier die südliche etwas wärmer als die nördliche, weil die Neigung am Aequator daselbst nördlich ist. Die mittlere Gränze der Passate würde also hier umgekehrt auf die

südliche Hemisphäre fallen müssen. Dafs nämlich im atlantischen Ocean diese Gränze durch anderweitige, und den Temperaturverhältnissen fremdartige Umstände bedingt werde, hat Hr. Professor Kämtz daraus erwiesen, dafs sie während des ganzen Jahres nördlich fällt, während man doch nicht annehmen kann, dafs die südliche Hemisphäre auch in ihrem Sommer kälter sey, als die nördliche im Winter.

Denselben Einwand kann man nicht gegen die obige Betrachtung, die von der Inclinationsnadel hergenommen ist, machen. Es ist wahr, die Inclination am Aequator ist ebenfalls das ganze Jahr hindurch südlich; allein es ist wesentlich zu bemerken, dafs, wenn auch nur die Oberfläche im Besitz der magnetischen Kraft angenommen worden, diefs doch nur so viel heifst, als die Dicke der magnetischen Schicht, gegen den Radius der Erde, verschwindend anzunehmen. Im Vergleich mit derjenigen Schicht hingegen, innerhalb welcher die täglichen und monatlichen Temperaturänderungen vor sich gehen, ist die ganze magnetische Schicht nicht gering, vielmehr ist sie dagegen sehr grofs. Ich will annehmen, dafs die Erde bis zu einer Tiefe von 2000 F. Magnetismus besitze, so ist diese Gröfse von dem Radius der Erde nur der zehntausente Theil, also durchaus zu vernachlässigen. Nichts desto weniger sind diese 2000 F. gegen die 20 oder 30 Fufs Tiefe, in welcher noch Temperaturänderungen während des Jahres vor sich gehen, sehr bedeutend; und wenn in diesen 20 oder 30 F. die magnetische Vertheilung sich im Lauf des Jahres ändert, so können dadurch nur kleine Oscillationen im Stand der Magnetnadel hervorgebracht werden. Ist demnach die Temperatur des Bodens der südlichen Halbkugel geringer als die der nördlichen, die Inclination am Aequator also eine südliche, so wird diese Inclination nur kleinen Schwankungen in den Jahreszeiten ausgesetzt seyn; allein sie kann nicht eine nördliche werden, trotz dem, dafs das Temperatur-

verhältniß beider Halbkugeln sich umkehrt, und die südliche wärmer wird als die nördliche.

Diesen Gesichtspunkt muß man überhaupt bei den täglichen und jährlichen Variationen der Nadel festhalten. Die Veränderungen der Temperatur mögen so bedeutend seyn, als sie wollen, und die Wärme mag einen auch noch so großen Einfluß auf die magnetische Kraft der Erde ausüben; immer sind diese Veränderungen auf eine Schicht beschränkt, die gegen die ganze magnetische Hülle sehr unerheblich ist. Und selbst in dieser kleinen Schicht sind die Temperaturdifferenzen von keinem Belang. Von den täglichen Variationen der Wärme versteht sich das von selbst, und für die Variationen im Lauf des Jahres folgt es aus einer Berechnung, die in meiner letzten Abhandlung (diese Annal. Bd. XXVIII S. 281) enthalten ist. Wenn nämlich an der Oberfläche der Erde, innerhalb der jährlichen Periode, eine Differenz von 16° eintritt, so bewirkt sie in einer Schicht von 30 F. Tiefe im Mittel doch nur eine Aenderung von $1^\circ,7$.

Es ist übrigens nicht schwer, die Dicke der magnetischen Schicht in den verschiedenen Breiten — denn davon hängt sie offenbar ab — zu berechnen. Nach dem Obigen ist der Verlust, den 1° R. auf den Magnetismus der Erde hervorbringt, $= \frac{1}{29}$, so daß die Intensität, bei 1° Erhöhung der Wärme, nur noch $\frac{28}{29}$ der ursprünglichen ist. Es werde $\frac{28}{29}$, wie bisher, mit $\frac{1}{a}$ bezeichnet; dann ist die Temperatur in der Breite $\varphi: a(1 - \sin \varphi)$. Ferner nehme die Temperatur von der Oberfläche nach der Tiefe so zu, daß auf f Fulse 1° Erhöhung komme. Bei der Temperatur 29° R. oder a ist die magnetische Kraft der Erde verschwunden (29 wäre die Temperatur des Aequators, wenn nicht anderweitige Umstände dieselbe deprimirten), d. h. der Magnetismus der Erde wäre $= 0$, in der Tiefe $af \cdot \sin \varphi$. Denn da die Temperatur an der Oberfläche zu $a - a \sin \varphi$ angenommen, in der

Tiefe $af \sin \varphi$ eine Zunahme von $a \sin \varphi$ Graden stattfindet, so wäre die Temperatur daselbst $=a$ oder $=29$.

Denkt man sich nun irgend einen Meridiankreis, nimmt die Erdaxe zur Axe der x , den senkrecht darauf stehenden Durchmesser des Aequators zur Axe der y , und bezeichnet durch x, y Coordinaten eines Punkts der Curve, welche den unmagnetischen Kern von der magnetischen Schale trennt, dann ist der Radius vector dieser Curve:

$$r - af \sin \varphi = \sqrt{x^2 + y^2}, \quad \sin \varphi = \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

also die Gleichung der Curve:

$$afx = r\sqrt{x^2 + y^2} - (x^2 + y^2)$$

oder:

$$(x^2 + afx + y^2)^2 = r^2(x^2 + y^2).$$

Nimmt man an, dass die Wärme bei 100 F. Tiefe um 1° R. zunehme, dann ist in unsern Breiten die Dicke der magnetischen Schicht 2220 Fufs, am Pole wäre sie 2900 F., also immer unbedeutend genug, um die obige Annahme von $\varphi = r$ zu motiviren.

Der Verlust von $\frac{1}{25}$, den die magnetische Intensität durch 1° R. erleidet, erklärt die Säcularveränderungen der Nadel, d. h. er stellt sie, in *klimatische* Veränderungen übersetzt, als gar nicht bedeutend dar. In einer früheren Abhandlung war ich hinsichts ihrer, wie gesagt, völlig im Irrthum. Die bedeutende Veränderung der Wärme an der Erdoberfläche innerhalb der Jahreszeiten, verbunden mit der kleinen Veränderung, welche sie in den magnetischen Phänomenen hervorbringt — beides in scheinbarer Uebereinstimmung mit dem geringen Einfluss, den die Wärme auf den Magnetismus des Stahls ausübt, und den frühere Versuche mich kennen gelehrt hatten — führte zu dem falschen Schluss, dass die Säcularänderungen der Nadel sehr grofse Perturbationen in dem Klima der Erde voraussetzten, und zwar innerhalb einiger Jahrhunderte. Da man das nicht zugeben kann, so schlug

ich vor, diese Perturbationen nicht an der Erdoberfläche selbst, sondern in einer gewissen Tiefe vor sich gehen zu lassen; es kam mir mehr darauf an, den Einwand, den man von den Säcularveränderungen hernehmen könnte, zu entfernen, als ihn wirklich zu heben. Ich hätte das schon damals nicht nöthig gehabt, die Veränderungen der Wärme sind vielmehr innerhalb des Jahres ganz unbedeutend; in unseren Breiten, in einer Schicht von 30 F. Tiefe, nur $1^{\circ},7$ oder 2° , d. h. in der ganzen magnetischen Schicht nur $\frac{1}{3}$ Grad!

Von der andern Seite nahm ich die Constanz der jährlichen Mittelwärme zu streng, und für so streng, als man sie gewöhnlich ausgiebt; man behauptet, daß schon die Beobachtungen eines Jahres ein, der Wahrheit sehr nahes, Resultat geben. Das kann nicht gut der Fall seyn, denn wenn man die meteorologischen Register, auch nur der neuesten Zeit, betrachtet, so findet man überall große Differenzen. In Genf war 1808 die mittlere Temperatur $8^{\circ},2$ C., und 11° im Jahr 1811; ja, selbst wenn man mehrere Jahre mit einander vereinigt, findet man noch erhebliche Differenzen. Ich übergehe die Beobachtungen in Padua von 1725 bis 1779, obgleich ihre Gültigkeit nicht ganz in Abrede zu stellen seyn wird, da die Abnahme der Temperatur von $4^{\circ},6$ innerhalb 55 Jahre, welche sie ergeben, nicht viel bedeutender ist, als Differenzen, die man in der Mittelwärme Berlins innerhalb weniger Jahre von 1779 bis 1785 beobachtet hat. Wie man Oscillationen von 2, 3, ja 4 Graden unbedeutend nennen kann, sehe ich nicht ein; aber dem sey wie ihm wolle, solche Veränderungen der Temperatur sind hinreichend, die Declination um 20° zu verändern; wohl verstanden, daß sie, nicht bloß an diesem oder jenem Ort, sondern in einer großen Ausdehnung stattfinden. Um dies auszumitteln, verfare ich auf folgende Weise: ich bestimme die Anziehung eines Stücks der Kugel, auf einer der beiden Seiten des Meridians liegend, mittelst

der Formeln (A). Auf der anderen Seite desselben giebt ein ähnliches Stück dieselbe Anziehung, mit demselben Zeichen für H , und dem entgegengesetzten für S . Diese letztere Anziehung, senkrecht auf den Meridian gerichtet, wäre also durch beide Stücke zusammengekommen $=0$, und es würde durch sie keine Abweichung von dem Meridian bewirkt werden. Sind aber beide Stücke ungleich warm, und ihre Intensität also verschieden, so kann man dem einen derselben die magnetische Vertheilung: $c \sin \varphi$, dem andern: $\sin \varphi$ geben, und dann wird natürlich für jeden Werth von c eine bestimmte Declination der Nadel stattfinden, oder, was dasselbe ist, jeder gegebenen Declination, wird ein bestimmter Werth von c entsprechen. Die GröÙe c wird sich hierauf in Temperaturen übertragen lassen.

Es sey h die Anziehung eines solchen Stücks, nach dem Meridian zerlegt, s , nach der Senkrechten darauf; es, seyen ch und cs dieselben GröÙen für das andere Stück, so ist die Anziehung beider nach dem Meridian $=h(1+c)$ und senkrecht darauf $=s(1-c)$. Ist die Declination der Nadel, durch beide Kräfte hervorgebracht, D , dann ist:

$$\operatorname{tang} D = \frac{s(1-c)}{h(1+c)}$$

$$c = \frac{s - h \operatorname{tang} D}{s + h \operatorname{tang} D}$$

Man setze in (A):

$\eta' = 10^\circ$	$\eta = 100^\circ$	} dann	$h = 0,3376$
$\alpha' = 30$	$\alpha = 120$		$s = 0,5351$
$\eta' = 5^\circ$	$\eta = 100^\circ$	} dann	$h = 0,4520$
$\alpha' = 30$	$\alpha = 120$		$s = 0,9030$
$\eta' = 30^\circ$	$\eta = 100$	} dann	$h = 0,8230$
$\alpha' = 30$	$\alpha = 120$		$s = 2,2337$

Setzt man $D = 20^\circ$, so wird c im ersten Fall $= 0,6265$, im zweiten $= 0,6918$, im dritten $= 0,7635$.

Giebt man ferner diesem Coëfficienten die Form $\left(1 - \frac{1^{\circ}}{29}\right)$ wo t die Temperatur bedeutet, so findet sich $t = 10^{\circ},8$, $= 8^{\circ},9$, $= 6^{\circ},9$. Das heist, das östlich liegende Stück braucht nur um $5\frac{1}{2}$, um $4\frac{1}{2}$, um $3\frac{1}{2}$ Grad an Wärme zuzunehmen, das entgegengesetzte um eben so viel abzunehmen, damit die bedeutende Veränderung der Abweichung von 20° entstehe. Und doch ist hier nur ein Theil der Anziehung berücksichtigt worden!

Gesetzt, die Declination verändere sich des Jahres um $6'$, in 10 Jahren also um 1° , so wird die mittlere Temperatur sich des Jahres nur um $0^{\circ},02$, und innerhalb 10 Jahren um $0,2$ zu ändern brauchen. Die Veränderung der Nadel wäre dann sehr bedeutend und in die Augen fallend; die des Thermometers dagegen würde nicht wahrnehmbar seyn, und von den viel grösseren Schwankungen der jährlichen Mittel verdeckt werden. Ich führte oben dergleichen Schwankungen in der Temperatur der Luft an; auch die des Bodens zeigt dergleichen.

Ferguson fand in Abbotshall:

Tiefe.	1'.	2'.	3'.	4'.
1816	$5^{\circ},2$ R.	$5^{\circ},4$	$5^{\circ},8$	$6^{\circ},2$
1817	$5,7$	$6,2$	$6,3$	$6,5$
Differ. zwisch. beiden Jahren	$0,5$	$0,8$	$0,5$	$0,3$

Hr. Hofrath Muncke:

Tiefe.	1'5.	3'.	5'.
1822	$9^{\circ},81$ R.	$10^{\circ},17$	$9^{\circ},98$
1823	$8,27$	$8,46$	$8,20$
Differenz	$1,54$	$1,71$	$1,78$

Wenn solche bedeutende Differenzen, wie die letzteren, auch noch in grösserer Tiefe vorkommen, dann läge in der That die umgekehrte Aufgabe vor: warum

die Magnetnadel sich von einem Jahr zum andern so wenig ändert? In Paris und Königsberg war ebenfalls das Jahr 1822 um mehr als 1° R. wärmer, als das folgende.

Die Möglichkeit der Säcularänderungen ist also nachgewiesen; die Veränderung der Klimate, durch welche sie bewirkt werden, ist weder bedeutend, noch steht sie mit irgend einem physikalischen Factum in Widerspruch. Die absolute Constanz der jährlichen Mittel ist nicht bewiesen, noch wird sie durch die Erfahrung der letzten 40 Jahre sehr unterstützt. So lange kein Grund für die Veränderlichkeit derselben vorhanden ist, kann man diese Erfahrung dahin interpretiren; und wenn dieser Grund eintritt, so steht sie ihm nicht entgegen. Und selbst angenommen, daß in den letzten 40 Jahren die Temperatur in Europa sich durchaus gar nicht geändert habe, so würde man kein Recht haben; anzunehmen, daß dasselbe auch außerhalb Europa der Fall gewesen sey, daß in Asien und Amerika die Mitteltemperatur während der 40 Jahre um $0^{\circ},8$ weder zu- noch abgenommen habe. Das wird Niemand verbürgen wollen, und doch reichte das hin, um in Europa die Declination 3 oder 4 Grad zu verändern.

Das arithmetische Mittel einer veränderlichen Erscheinung hat nur dann Gültigkeit und Zuverlässigkeit, wenn die Erscheinung eine Periode befolgt, und man diese ganze Periode zum Mittelwerth benutzt. Es ist wahrscheinlich, daß die Veränderlichkeit der Einwirkung der Sonne auf die Temperatur sich innerhalb eines Jahres abschliesse; allein die Sonne bedingt nicht allein die Wärme eines Orts. Sie ruft secundäre Wirkungen, die Winde, hervor, die einen sehr bedeutenden Einfluß darauf ausüben, wie man an der Gestalt der Isothermen sieht. Dieser secundäre Effect zieht wiederum andere nach sich, er verändert die Menge des verdunstenden oder sich niederschlagenden Wassers. Die Temperatur

eines Orts ist also das Resultat vieler vereinigter Umstände, von denen man keinen Grund hat, sie alle innerhalb der Periode eines Jahres für abgeschlossen zu halten. Blicke die mittlere Windesrichtung sich gleich, dann könnte daraus vielleicht auf die Unveränderlichkeit der Temperatur geschlossen werden; allein auch das ist nicht der Fall. Ich erinnere an die Copenhagener Windesbeobachtungen von 1751 an, die beinahe eine successive, und jedenfalls sehr bedeutende Veränderung der mittleren Windesrichtung anzeigen, selbst wenn man die Mittelwerthe von je 9 Jahren mit einander vergleicht. Man kann freilich daraus schliessen, daß, wegen der in vieler Hinsicht mangelhaften Beobachtungen, die mittlere Windesrichtung weder aus einem, noch aus neun Jahren mit irgend einer Sicherheit abzuleiten sey; allein man kann nicht minder daraus schliessen, daß das jährliche Windesmittel, wenn es eine absolute Gültigkeit haben soll, ein Phantom sey, das gar nicht zu erreichen ist. —

Wenn man von dem Werthe der Inclination und Kraft an einem Orte nach den Formeln (*d*) und (*e*) ausgeht, so kann man, aus dem Vergleich dieser Größen mit den beobachteten, unter Hinzuziehung der Declination, die Lage des veränderlichen Pols berechnen, der in diesem Falle den Schwerpunkt aller klimatischen Störungen, mit Bezug auf diesen Ort, darstellt. Diese Berechnung geschieht nach den Principien meiner vorigen Abhandlung in diesen Annalen; allein nicht nach denselben Formeln. Sie sind nur für kleine Werthe der Variationen bequem, und verlangen, obgleich in ihnen nichts vernachlässigt worden, hier eine etwas andere Gestalt.

Es sey *I* die berechnete Inclination, *i* die beobachtete, *K* die berechnete Intensität, *k* die beobachtete, ferner sey *D* die Declination.

Man setze:

$$\frac{k \cos i}{K \cos I} = d,$$

ferner:

$\frac{d^2+1}{d^2-1} \operatorname{tg} D = \operatorname{tg} \varphi$, wo d und φ Hilfsgrößen sind,
dann ist:

$$\cos(2\gamma - \varphi - D) = \cos(\varphi - D) - \frac{2 \cdot \sin D \cdot \sin \varphi}{d^2 + 1}.$$

Hieraus ergibt sich γ , oder der Winkel, den der veränderliche Pol mit dem terrestrischen Meridian macht. Seine Intensität nach dem Horizont zerlegt, verhält sich zu der der ganzen Erde wie $p:1$, und $p = \frac{\sin D}{\sin(\gamma - D)}$.

Bezeichnet λ den Winkel, den eine Linie vom veränderlichen Pol nach dem Beobachtungsort gezogen, mit der Horizontalebene daselbst macht, dann ist λ gegeben durch die Gleichung:

$$\operatorname{tang} \lambda = \frac{\operatorname{tang} I - (1 + p \cos \gamma) \cdot \operatorname{tang} i}{p}.$$

Aus γ und λ läßt sich nun leicht die Länge und Breite des Punktes finden, an dem der veränderliche Pol liegt. Man bilde aus diesem Punkt, dem Orte der Beobachtung und dem Erdpol, ein sphärisches Dreieck, so ist in demselben die Seite, die dem Erdpol gegenüber liegt, bekannt, und $= 2\lambda$; die andere Seite ist ein Complement der Breite, und endlich ist der Winkel, den beide Seiten einschließen, durch γ gegeben, und zwar $= \gamma$ oder $= 180 - \gamma$, je nach der Lage des variablen Pols. Das Dreieck ist also gegeben, und man kann den Winkel am Pol, oder die Meridiandifferenz, und die dritte Seite, oder das Complement der Breite des veränderlichen Pols finden.

Nur über die Zeichen von γ , p und λ will ich einige Bemerkungen machen. Eine Zweideutigkeit ist darin nicht möglich, da die Aufgabe eine ganz bestimmte ist, und es also nur darauf ankommen kann, zu wissen, unter welcher Voraussetzung die obigen Formeln gelten. Sie gelten für den Fall, wo der variable Pol in SO. liegt,

und das nach Süden gerichtete Ende der Nadel anzieht, wodurch also eine westliche Declination des Nordendes entsteht.

Gesetzt die Declination sey östlich, so muß man für D , $-D$ setzen; findet sich dabei y positiv, so liegt der Pol doch in SO., nur wird dann p negativ, und zeigt an, daß dieser Pol das Südende der Nadel *abstoße*, daß er also in unserer Halbkugel eine niedrigere Temperatur habe.

Ist D positiv, aber y negativ, dann liegt der Pol in SW., und zwar wird hier wiederum p negativ.

Sind endlich D und y negativ, p aber positiv, dann liegt er in SW. und zieht das Südende der Nadel an.

Uebrigens muß man bemerken, daß die Formeln für y und p ganz dieselben bleiben, wenn man, statt des veränderlichen Pols in SO., einen in NW. annimmt, der aber nun das Nordende der Nadel anzieht. Man kann also in allen so eben erwähnten Fällen statt SO. NW. und statt SW. NO. schreiben, wenn man nur für das Südende der Nadel immer das Nordende derselben setzt. Die Lage des veränderlichen Pols ist somit noch einer Zweideutigkeit unterworfen, die aber durch den Werth von λ entfernt wird. Findet sich λ positiv, dann liegt derselbe nach Süden hin, und nach Norden, wenn λ negativ wird.

Um den veränderlichen Pol für Königsberg zu berechnen, setze ich die Intensität daselbst $= 1,7349$ (das Minimum der Intensität auf der Erde, nämlich 0,8, zur Einheit angenommen); ferner $i = 69^{\circ} 0' 51''$, und $D = 13^{\circ} 17'$.

Die Intensität in $54^{\circ} 42' 50''$ nördlicher Breite findet sich aus $(e) = 1,6937$, wenn man auch hier das Minimum auf der Erde $= 1$ setzt; die Inclination nach $(d) = 71^{\circ} 8' 20''$.

Mit diesen Annahmen ergiebt die Rechnung:

$$y = 68^{\circ} 7' 4''$$

$$p = 0,281063.$$

Die Breite des veränderlichen Pols ist $44^{\circ} 32'$, und zwar in dem Meridian, der um $25^{\circ} 8'$ von dem Königsberger nach Osten entfernt ist. Er liegt also in der Nähe des Caspischen Meeres.

Wenn man nun eine Declinationsnadel nimmt, und einen Magneten mit seinem feindschaftlichen Pol in einer südöstlichen Richtung nähert, so daß derselbe mit dem terrestrischen Meridian einen Winkel von $68^{\circ} 7'$, oder mit der Nadel einen von $54^{\circ} 50'$ bildet; wenn ferner die Abstossung dieses Magneten auf die Nadel sich zu der Anziehung der ganzen Erde auf dieselbe wie 0,2811 zu 1 verhält, dann wird die Nadel genau nach Norden weichen, und diejenige Richtkraft haben, die ihr nach dem angenommenen Gesetz der Vertheilung: $\sin \varphi - b \sin^2 \varphi$ zukommt. Die anderweitigen Störungen wären dann gänzlich aufgehoben, und die Nadel nur noch empfindlich für die *Variation* dieser Störungen, für die täglichen, monatlichen und Säcularänderungen der Wärme. Wenn man also *diese* Nadel statt der gewöhnlichen Declinationsboussole beobachtete, so würde man das getreue Bild dieser veränderlichen Störungen bekommen, für welches früher noch verschiedene veränderliche Pole angenommen worden, und sie durch alle ihre Perioden hindurch verfolgen können, wie dieselben während des Tages von O. nach W., und während des Jahres von N. nach S. etc. gehen. Eine solche Nadel hat man augenblicklich, ohne das Verhältniß 0,2811 der Abstossung und Anziehung zu kennen, sobald man irgend einen Magnet in dem Azimuth $68^{\circ} 7'$ nähert und entfernt, bis der Nordpol der Nadel nach Norden zeigt.

Der Werth von p läßt sich auf ähnliche Weise wie bisher in Temperaturen übersetzen, d. h. man kann sagen: an dem Ort, wo der veränderliche Pol sich befindet, müßte die Temperatur so und so groß seyn, um alle Abweichung der wirklichen Temperaturen der Erde

-rinde

rinde, von den nach der Formel $29(1 - \sin \varphi + b \sin^2 \varphi)$ vorausgesetzten, zu vereinigen. Es sey zu dem Ende φ' die Breite des veränderlichen Pols, so ist die Intensität daselbst: $\sin \varphi' - b \sin^2 \varphi'$. Multiplicirt man sie mit dem constanten Factor c , so wird die Anziehung desselben auf ein magnetisches Element am Beobachtungsort nach dem Horizont zerlegt:

$$\frac{c \cos \gamma \cdot \sin^2 2\lambda (\sin \varphi' - b \sin^2 \varphi')}{2\lambda \cdot (1 - \cos 2\lambda)}$$

Diese Anziehung verhält sich zu der der ganzen Erde, oder $4\pi(\frac{1}{3} \cos \varphi - \frac{1}{3} b \sin 2\varphi)$, wie p zu 1. Daraus findet sich:

$$c = \frac{8\pi p (\frac{1}{3} \cos \varphi - \frac{1}{3} b \sin 2\varphi) \tan \lambda}{\cos \gamma \cdot \cos \lambda (\sin \varphi' - b \sin^2 \varphi')}$$

Dem Werthe von c kann man nun die Form geben: $1 - \frac{1}{15}t$, wo t die Temperatur in Graden Réaumur, oder, wenn c gröfser wird als 1, die Form $1 + \frac{1}{15}t$, wo t dann Grade der Kälte bedeutet. —

Die Resultate, die in dem Vorhergehenden enthalten sind, lassen sich so zusammenfassen: Wenn man für die Vertheilung des Magnetismus in der Erde eine Reihe annimmt, die nach Potenzen des Sinus der Breite fortschreitet, so läfst sich die Anziehung der ganzen Kugel auf einen Punkt in der Breite φ immer finden. Die Anziehung hängt blofs von $\sin \varphi$, $\cos \varphi$ und von numerischen Coëfficienten, ab. Von dieser Reihe wurde nur die erste Potenz des Sinus, und wegen der Ungleichheit beider Halbkugeln ein Glied, abhängig von dem Quadrat dieses Sinus, genommen. Der letztere Umstand mufs in die Form der magnetischen Vertheilung immer mit einer geraden Potenz des Sinus eingehen, damit das Zeichen nicht geändert werde, wenn man von einer Halbkugel auf die andere übergeht. Der Coëfficient von $\sin^2 \varphi$ ist durch die mittlere Inclination am Aequator bestimmt worden.

In Folge dieser Vertheilung des Magnetismus wurde

für die Temperatur die Formel angenommen

$$a(1 - \sin \varphi + \sin^2 \varphi),$$

wo $1 - \sin \varphi$ der Sonnenwirkung proportional ist. Von dieser letzteren ist a priori nur so viel sicher, daß sie am Aequator am größten, und am Pol $= 0$ ist; und diesen Bedingungen genügt $(1 - \sin \varphi)$. Die mittlere Temperatur der Halbkugel würde hiernach, abgesehen von ihrer numerischen Größe, im 30sten Grade der Breite stattfinden; nach der Annahme $\cos^2 \varphi$ dagegen etwa im 35sten. Zur Bestimmung der Constante a ist 1) die Temperatur an der nördlichen Gränze des Passats, und dann 2) die Bedingung gewählt worden, daß die mittlere Temperatur unserer Halbkugel $= 15^\circ$ R. sey; und beide, von einander unabhängige Wege geben für a den übereinstimmenden Werth von 29 . . . Die Temperatur der südlichen Hemisphäre fand sich dann $= 13^\circ,93$.

Es ist ein sehr beachtenswerther Umstand, daß die angenommene Form für die Wärmevertheilung die Wärmemengen richtig darstellt, sie aber nach den Breiten anders, doch immer so vertheilt, wie man es von einem Ausdruck erwarten muß, der von den Windesverhältnissen ganz abstrahirt. Diese Verhältnisse lassen sich durch Glieder, wie $\sin 3\varphi$ und $\sin 4\varphi$ darstellen, deren Coëfficienten aber nach der Länge verschieden sind, und in Bezug auf diese Dimension einen veränderlichen Factor erhalten müssen. Auf solche Weise, und wenn man auch den Einfluß der Hygrometeore auf die Temperatur berücksichtigt, wird sich eine Formel für die Temperatur gewinnen lassen, wo die Bedeutung der einzelnen Glieder bekannt ist, die für die ganze Erde gilt, und nicht, wie die bisherigen Interpolationsformeln, nur für bestimmte Districte auf derselben.

Der recipirte Werth von a giebt den Verlust an, den der Magnetismus der Erde durch einen Grad der Wärme derjenigen Skale erleidet, auf welche a sich bezieht. Mittelst dieses Werthes kann man berechnen, um

wie viel die Wärme zu- oder abgenommen haben müsse, damit die magnetische Kraft so und so viel vermindert oder vermehrt worden; man kann umgekehrt einen beliebigen Grad der Wärme in einen Factor der tellurischen Intensität verwandeln. Es wäre vergebens, hiergegen einzuwenden, daß das Zusammenfallen der Vertheilung der Wärme und der magnetischen Erdkraft eine Hypothese sey, und daß man a priori nicht behaupten dürfe, die Verbreitung der Wärme sey deshalb dem Gliede $1 - \sin \varphi$ proportional, weil die magnetische Vertheilung es dem $\sin \varphi$ ist. Ich will, diesem Einwand zu begegnen, mich nicht auf das Uebereinstimmende beider Erscheinungen berufen; denn, wenn auch keine Uebereinstimmung vorhanden wäre, so würde das ein sehr gleichgültiger Umstand seyn, der an der Sache nicht das Geringste änderte. Ich meine hier nur die gegenseitige *Abhängigkeit*, in welche, im Vorhergehenden, die Erscheinungen des Magnetismus und der Wärme gesetzt werden. Diese Abhängigkeit kommt lediglich darauf hinaus, daß für die Wärme, in ihrer Verbreitung auf der Erde, irgend ein Gesetz angenommen worden, und daß dieses Gesetz auf den Magnetismus übertragen worden ist. Nunmehr kann die Magnethadel ein Thermometer werden, wenn man nur wiederum die Erscheinungen derselben in Wärmephänomene übersetzt. Der Magnetismus ist dann nur eine Hilfsgröße gewesen, die aus dem Endresultat ganz verschwindet.

Die einzige Frage bliebe hier nur noch, ob die magnetische Kraft der Erde wirklich von der Wärme auf irgend eine Art influencirt werde, und ob nicht zweierlei Erscheinungen in ein Verhältniß gebracht worden sind, die nichts mit einander zu schaffen haben. Allein diese Frage ist so durchweg entschieden, daß man die Antwort darauf von irgend einem großen oder kleinen Factum abhängen lassen kann, und überall wird die Antwort gleichlautend seyn. Von irgend einem kleinen Factum,

z. B. von der Tageszeit, wo das Maximum und Minimum der Declination eintritt. Sie ist sehr bestimmt für das Maximum, und viel weniger für das Minimum; allein das Maximum der Declination hängt von der größten Tageswärme, das Minimum von der kleinsten ab, und die erstere ist bekanntlich vielmehr an eine bestimmte Stunde gebunden, als die letztere. Dasselbe gilt für die mittlere Declination und Temperatur während des Tages. Sie finden beide zu einer Stunde Vormittags und zu einer anderen Nachmittags statt, und hier ist wiederum die eine von ihnen, die Stunde Vormittags, für beide Phänomene viel constanter, als die andere. Uebrigens sind dergleichen Zusammenstellungen bloß hingeworfene Gedanken die, ohne eine zu Grunde liegende Ansicht und eine darauf basirte Rechnung, keinen Werth hätten.

Hie und da sind die Variationen der Magnetonadel wohl mit denen des Thermometers verglichen worden; es ist jedoch immer bei einer vagen Vorstellung über die Sache geblieben. Es ist kein Beweis darüber geführt worden, man hat die Ansprüche und Erklärungen anderer Theorien nicht widerlegt, und was die Hauptsache ist, man hat keinen Versuch gemacht dieser Ansicht eine weitere Entwicklung zu geben, und sie dahin zu führen, wo sie entschieden widerlegt oder bewiesen werden kann.

VII. *Ueber den magneto-elektrischen Funken und Schlag, und über eine besondere Bedingung zur elektro-magnetischen Vertheilung; von Hrn. Michael Faraday.*

(*Phil. Mag. Ser. III Vol. V p. 349.*)

Den ersten magneto-elektrischen Funken bekam ich mit Hülfe eines secundären Magneten ¹⁾, der für die Zeit durch

1) *Annalen*, Bd. XXV S. 100 §. 32.

einen primären wirksam gemacht war, und diese Einrichtung hat man, so viel ich weiß, bis jetzt immer angewandt. Mein primärer Magnet war ein Elektro-Magnet, der von Nobili angewandte, glaube ich, ein gewöhnlicher Magnet ¹⁾. Andere bedienten sich eines natürlichen Magnets; allein immer bestand der secundäre Magnet aus einem Stücke weichen Eisens.

Niemals ist der Funke die Elektricität des primären Magneten, auch nicht die des secundären gewesen. Die Kraft des ersteren erregte eine entsprechende Kraft in dem zweiten; dieser zweite Magnet versetzte in dem um ihn gewundenen Draht die Elektricität in Bewegung, und letztere erzeugte den Funken. Es schien mir jedoch nicht schwierig, auch Elektricität ohne den secundären oder temporären Magnet zu erhalten, und so der des primären einen Schritt näher zu kommen. Diefes gelang mir leicht auf folgende Weise. Einen etwa 20 Fufs langen, mit Seide besponnenen Kupferdraht wickelte ich auf ein kurzes Stück des Endes einer Pappröhre, durch welche ein cylindrischer zolldicker Magnetstab frei hindurchgeschoben werden konnte. An dem einen Ende des Schraubendrahts war eine kleine amalgamirte Kupferplatte befestigt, und das andere Ende war so gebogen, dafs es diese Platte senkrecht in der Mitte berührte, und zwar so, dafs, wenn der Magnetstab durch den Cylinder gesteckt wurde, er gegen den Draht stofs und das Ende desselben von der Platte abheben mußte (Fig. 12 Taf. III). Wenn diese Handlung mit Schnelligkeit ausgeführt wurde, erschien dann an der Trennungsstelle ein elektrischer Funke.

Mein Apparat war horizontal hingelegt, und in das Ende des Cylinders war ein kurzer, loser Holzpflock gelegt, so dafs die Abhebung des Drahts von der Platte in dem Moment geschehen mußte, wo das Ende des Magnets eben durch das Drahtgewinde ging; dies ist die günstigste Bedingung für den Apparat. Ein in zweckmäßiger Entfernung an der Aufsenseite angebrachter Gegen-

1) Annalen, Bd. XXIV S. 478.

stand diente dazu, den Magnet, nachdem er mittelst einer kurzen raschen Bewegung durch den Cylinder getrieben war, und er einen Funken bewirkt hatte, aufzuhalten. Nach der Helligkeit und Ansehnlichkeit des Funkens zweifle ich nicht, daß wenn man beide Enden eines Hufeisen-Magneten anwendet und dem leichten Rahmen an dem Drahtgewinde eine hin- und hergehende Bewegung ertheilt, ein eben so starker, wo nicht stärkerer elektrischer Funke erhalten werde, als man bisher mit Magneten von gewisser Kraft erlangt hat.

So ist dann der magneto-elektrische Funke dem erregenden Magnet schon einen Schritt näher gebracht. Die wichtigere Aufgabe, diejenige Elektrizität, welche im Magneten selbst vorhanden ist und diesem seine Kraft ertheilt, in Gestalt eines Funkens sichtbar zu machen, bleibt noch zu lösen übrig.

Der nächste Gegenstand, auf welchen ich die Aufmerksamkeit hinzulenken wünsche, ist der *magneto-elektrische Schlag*.

Hr. William Jenkins hat mich einen solchen, auf eine mir neue Weise hervorgebrachten Schlag fühlen lassen, und mir erlaubt, sein Verfahren bekannt zu machen.

Hrn. Jenkins's Apparat besteht aus einem in gewöhnlicher Weise schraubenförmig aufgerollten Kupferdraht, oder vielmehr aus einer Schraube aus drei Drähten, die indess wohl durch einen einzigen Draht von größerer Dicke ersetzt werden können; die benachbarten Enden sind an zwei dickere Enddrähte gelöthet und diese wieder an zwei kurze Kupfercylinder, um sie anfassen zu können und die Berührungsfläche zu vergrößern. In den Schraubendraht kann ein zwei Fuß langer und einen halben Zoll dicker Eisenstab nach Belieben eingeschoben werden. Der Elektromotor war ein einfaches Plattenpaar, wo die Zinkplatte an beiden Seiten eine Fläche von drei Quadratfuß darbot. Faßt man

die beiden Kupfercylinder fest mit den zuvor durch Salzwasser benäßten Händen an, und bringt nun die Enden des Schraubendrahts abwechselnd in und außer Berührung mit dem Elektromotor, so fühlt man im letzteren Fall, d. h. bei Unterbrechung der Berührung, einen bedeutenden elektrischen Schlag, vorausgesetzt, daß der Eisenstab in dem Schraubendraht liege; liegt er nicht darin, so fühlt man weder bei Herstellung noch bei Aufhebung des Contacts einen Schlag.

Diese Wirkung scheint auf den ersten Blick sehr sonderbar, weil es den Anschein hat, als sey der elektrische Schlag von einem einzigen Plattenpaar hervorgebracht. In Wirklichkeit ist dem aber nicht so. Der Schlag rührt nicht her von der von den Platten durch den Körper in Bewegung gesetzten Elektrizität, sondern von einem Strom in entgegengesetzter Richtung, welcher von dem eisernen Elektromagneten (in dem Schraubendraht. *P.*) erregt wird, im Moment, da dieser bei Aufhebung des ursprünglichen Stroms (des der voltaschen Kette. *P.*) seine Kraft verliert. Es ist jedoch sehr interessant auf diese Weise zu beobachten, wie ein elektrischer Strom von sehr geringer Intensität einen andern Strom von wahrscheinlich hundert Mal größserer Stärke erzeugt. Der Versuch ist einer von den wenigen Fällen, wo es in unserer Macht steht, bei der strömenden Elektrizität die Quantität in Intensität zu verwandeln.

Allgemein hat man vorausgesetzt, daß man aus einem einzigen Plattenpaar nur bei Oeffnung der Kette einen elektrischen Funken erhalten könne; allein dies ist, wie ich in der achten Reihe meiner Experimental-Untersuchungen gezeigt habe ¹⁾, ein Irrthum, und zwar ein sehr wichtiger in Betracht zur Theorie der voltaschen Elektrizität. Richtig ist es jedoch, daß der bei Oeff-

1) Diese achte Reihe ist durch die Güte des Hrn. Verfassers be-

nung der Kette entstehende Funke durch Umstände sehr bedeutend verstärkt werden kann, welche auf den beim Schliesssen der Kette erzeugten keinen Einfluss ausüben.

Jeder, welcher über den Elektro-Magnetismus experimentirt hat, wird beobachtet haben, dafs, wenn man den Strom eines einzigen Plattenpaares durch einen Schraubendraht leitet, der Funke, welcher beim Oeffnen der Kette entsteht, weit heller ist, wenn in diesem Schraubendraht ein Stab von weichem Eisen liegt, als wenn diefs nicht der Fall ist. Da nun hier im Momente des Oeffnens eben so ein verstärkter Funken auftritt, als in Hrn. Jenkins's Versuch ein Schlag, so könnte man auf den Blick glauben, es sey dieselbe Elektricität, welche den Funken und den Schlag erzeuge, und es würden beide Wirkungen verstärkt durch eine Erhöhung der Kraft von dieser ihrer gemeinschaftlichen Ursache. Allein dem ist nicht so; denn die den Funken erzeugende, in einer gewissen Richtung fortgehende Elektricität ist die durch die Zinkplatte und die Säure hervorgerufene, während die Elektricität, welche den Schlag hervorbringt, in entgegengesetzter Richtung circulirt ¹⁾.

Aus dem Auftreten des Funkens, welcher bei dieser Versuchsform immer von der im Momente des Oeffnens der Kette strömenden Elektricität herrührt, könnte es scheinen, als circulire während des Geschlossenenseyns der Kette ein gröfserer Elektricitätsstrom, wenn das Eisen sich in den Schraubendraht befindet, als wenn man ihn fortgenommen hat. Allein diefs ist nicht der Fall. Denn

reits in meinen Händen, und soll den Lesern baldigst mitgetheilt werden.

P.

- 1) In einem späteren Zusatz (*Phil. Mag. Vol. I p. 444*) berichtet Hr. Faraday diesen Satz dahin, dafs er durch sorgfältige Versuche gefunden, Schlag und Funken rühren von einem ganz gleich gerichteten Strom her, nämlich von einem Strom, der im Momente des Oeffnens der Kette durch Vertheilung erregt werde.

P.

mifst man die Quantität mittelst eines sehr empfindlichen Galvanometers, findet sich, dafs sie, das Eisen mag hineingelegt oder fortgenommen seyn, gleich ist, und gänzlich von der Wirkung an der Zinkplatte abhängt. Doch ist das Auftreten des Funkens ein deutlicher und entscheidender Beweis, dafs die im Moment des Oeffnens ausfahrende Elektrizität eine gröfsere Intensität besitzt, wenn das Eisen in dem Schraubendraht anwesend ist, als wenn es darin fehlt. Diese verstärkte Wirkung hängt offenbar ab nicht von einer Veränderung in dem Zustand der Dinge an der Elektrizitätsquelle, sondern von einer durch die Anwesenheit des weichen Eisens veranlafsten Aenderung der Kräfte des Leitungsdrahtes. Ich setze nicht voraus, dafs diese Veränderung *direct* mit dem magnetisirenden Einflufs des Stroms auf das Eisen verknüpft sey, sondern vielmehr, dafs sie herrühre von der Rückwirkung, die das Eisen, nachdem es zum Magnet geworden ist, auf den Draht ausübt. Ich zweifle nicht, wiewohl ich bisher noch keine Mufse hatte einen Versuch darüber anzustellen, dafs ein Magnet von sehr hartem Stahl und von gleicher Kraft wie der Magnet aus weichem Eisen, wenn er in gleicher Richtung in den Schraubendraht gebracht wird, auf diesen einen eben so grofsen Einflufs ausübt ¹⁾.

Ich will nun von einem andern Umstand reden, welcher auf den beim Oeffnen der Kette entstehenden Funken einen ähnlichen intensitätsverstärkenden Einflufs ausübt. Wenn eine einfache Kette aus Zink und Kupfer durch einen kurzen Draht geschlossen, und die gehörige Vorsicht zur Vermeidung aller Fehlerquellen getroffen wird, so ist, wie ich bereits gezeigt habe, der Funke beim Oeffnen der Kette nicht gröfser als beim Schliesen. Wenn aber der Schliesdraht viel länger genommen wird,

1) In dem späteren Zusatz erklärt Hr. Faraday, dafs dieser Versuch nur unter besonderen Umständen gelinge, aus Gründen, die S. 300 Anmerk. 2 angegeben werden. P.

dann ist der Funke beim Oeffnen weit stärker. So gab ein kupferner Schliefsdraht von $\frac{1}{8}$ Zoll im Durchmesser und von 12 Zoll Länge nur einen kleinen Funken mit demselben Plattenpaar, welches einen Augenblick zuvor oder hernach mit einem Draht von gleichem Durchmesser, aber 114 Fufs Länge, einen grofsen Funken gegeben hatte. Eben so gaben 12 Zoll eines Drahts von $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser einen weit kleineren Funken als 36 Fufs desselben Drahts ¹⁾.

Wiewohl in diesen beiden Fällen die längeren Drähte den gröfseren Funken gaben, so waren es doch die kürzeren Drähte, welche in einer gegebenen Zeit die gröfsere Elektrizitätsmenge leiteten. Diefs war besonders bei dem dünneren Draht sehr sichtbar, da er von der durchgehenden Elektrizitätsmenge ganz heifs wurde, während der dickere Draht kalt blieb. Dennoch kann es keinem Zweifel unterliegen, dafs die Funken aus langen Drähten von gröfserer Intensität sind, als die aus kurzen Drähten, denn sie gehen durch eine gröfsere Strecke Luft. Daraus ergibt sich dann das paradoxe Resultat, dafs Elektrizitätsströme, welche aus gemeinschaftlicher Quelle abstammen und in gleicher Zeit eine gleiche Elektrizitätsmenge liefern, auf diese Weise Funken von sehr verschiedener Intensität hervorbringen können.

Diese Wirkung langer Drähte läfst sich erklären durch die Annahme, dafs für die Elektrizität bei ihrem Durchgang durch lange Leiter eine Art von Moment erforderlich sey, und es war diese Idee von einem Moment, welche den HH. Nobili und Antinori als Führer diente bei ihrem Verfahren, den magneto-elektrischen Funken mittelst eines gemeinen Magneten zu erhalten. Möge man den Elektrizitätsstrom als abhängig von der

1) Auf diese Eigenschaft der langen Drähte hat Hr. Nobili auch bekanntlich seinen *elektro-dynamischen Condensator* construiert, Siehe *Annalen*, Bd. XXVII S. 436. — Vergl. auch Bd. XXXIII S. 552.

Bewegung eines elektrischen Fluidums oder von der Fortpflanzung bloßer Vibrationen betrachten, so könnte doch die Idee von einem Moment im Wesentlichen mit Fug beibehalten werden. Allein es ist klar, daß die ähnliche Wirkung, welche das weiche Eisen in Bezug auf die Intensitätsverstärkung des Funkens ausübt, nicht auf diese Weise, d. h. nicht durch ein Moment erklärt werden kann; und da es nicht wahrscheinlich ist, daß Wirkungen, die identisch sind, zweierlei Ursachen haben, so glaube ich, daß beide auf gleiche Weise erzeugt werden, wiewohl die angewandten Mittel anscheinend so verschieden sind.

Wenn der elektrische Strom durch einen Draht geht, so wird dieser magnetisch; und wiewohl die Richtung des Magnetismus in demselben eigenthümlich ist und sehr verschieden von der im weichen Eisen, welches in den Schraubendraht der ersten Versuche gelegt worden, so ist doch die Richtung der magnetischen Curven sowohl bei dem so magnetisirten Draht, als bei dem Magnet aus weichem Eisen, in Bezug auf die Bahn des Stroms (d. h. in dem Leitungsdraht) dieselbe. Wenn wir daher die Verstärkung des Funkens von einer eigenthümlichen Vertheilungswirkung des Magnetismus auf den durchgehenden elektrischen Strom ableiten, so wird Alles übereinstimmend. Stellen wir uns z. B. den Magnetismus durch magnetische Curven dar, so haben wir im ersten Fall, je länger der Draht eine desto größere Zahl von magnetischen Curven, welche ihren vertheilenden Einfluß ausüben können; und die Wirkung in einem Draht von 100 Fufs Länge wird nahe 100 Mal größer seyn, als in einem eben so dicken Draht von nur 1 Fufs Länge. Der Grund, warum eine Masse weichen Eisens dasselbe bewirkt wie eine Verlängerung des Drahts, wird die seyn, daß auch sie magnetische Curven in eine vertheilende Thätigkeit versetzt, genau in derselben Richtung, als die um den Draht. Die übrigen Umstände werden, so

weit ich einsehe, auch mit der angenommenen Ursache übereinstimmen.

Dafs die magnetischen Curven des den Strom leitenden Drahts den Charakter dieses Stroms, durch welchen sie entstehen, abändern sollen, kann keine Schwierigkeit erheben, denn dieser Zweig der Wissenschaft zeigt viele solche Fälle. Ampère's Versuch mit einem um seine eigene Axe rotirenden Magnet, und der, bei welchem ich aus den Polen und dem Aequator eines rotirenden Magneten Elektrizität gezogen habe, sind Fälle derselben Art.

Schliesslich mufs ich hier noch sagen, dafs ich hierin einige Andeutungen von dem schon in der zweiten Reihe meiner Experimental-Untersuchungen, §. 242, erwähnten ¹⁾ *elektro-tonischen* oder eigenthümlichen Zustände zu erkennen glaube; denn wiewohl ich hier, der Verständlichkeit wegen, von Magnetismus und von magnetischen Curven spreche, so lassen sich auch bei Annahme von Ampère's Theorie vom Magneten alle Wirkungen als Wirkungen einer durch elektrische Ströme erzeugten Vertheilung ansehen. Hier bieten sich noch viele Versuche dar. Ich zweifle z. B. nicht, dafs wenn man eine einfache Kette durch einen langen Draht entladet, einmal für sich, und ein ander Mal, während man in einem zweiten ihm parallelen und sehr nahen, aber ihn nicht berührenden Draht, einen Strom in gleicher Richtung aus einem anderen Elektromotor vorbeileitet, der Funke des ersten Drahts beim Oeffnen der Kette im letzten Falle stärker seyn werde, als im ersten. Dieser Versuch liefse sich leicht mit einem doppelten Schraubendraht anstellen; allein bei meiner gegenwärtigen Entfernung von der Stadt (London) habe ich nicht die Mittel ihn zu unternehmen ²⁾.

1) Annal. Bd. XXV S. 178.

2) Auch dieser Versuch, bemerkt Hr. Faraday in seinem späteren Zusatz, gelinge nur unter besonderen Umständen, und zwar aus Gründen, die er jetzt anzugeben wisse: es seyen diess nämlich Erscheinungen der von den Elektrizitätsströmen ausgeübten Wirkungen einer Vertheilung, wie sie in der ersten Reihe seiner Experimental-Untersuchung (Annal. Bd. XXV S. 91) beschrieben worden. Hr. F. setzt noch hinzu, er habe diese Erscheinungen weiter verfolgt, und sey dabei zu ausserordentlich merkwürdigen Resultaten gelangt, die er nächstens bekannt zu machen gedenke.

VIII. *Ueber einen Cyclus von zwölf Zwillingsgesetzen, nach welchen die Krystalle der ein- und eingliedrigen Feldspathgattungen verwachsen; vom Dr. G. E. Kayser.*

(Schluss von S. 129.)

VI. Eine merkwürdige Zwillinggruppe, aus drei Individuen bestehend, fand ich in der Bergemann'schen Sammlung unter den Periklinkrystallen von Miask.

1) Die Gruppe ist wie gewöhnlich von weißer Farbe, in dem Habitus einer dicken, $\frac{1}{4}$ Zoll langen und breiten Tafel, die Tafelflächen durch die Flächen P gebildet. Diese Fläche P^1 (Fig. 8 Taf. II) zeigt sehr deutlich stellenweis die gegen einander stossende Streifung, von der ad I. 3. α die Rede war. Von der Fläche x ist nur eine geringe Spur an diesem Individuo I vorhanden, dagegen sind von Flächen, die zur Bildung des Randes der Tafel beitragen, aus dem Individuo I vorhanden M^1 , und zwar dasjenige, welches an der freien Stelle mit P^1 den spitzen Winkel $= 86^\circ 41'$ bildet; an M^1 anliegend nach vorne P und nach hinten T^1 , dem recht deutlich ein blättriger Bruch entspricht, und parallel dessen Combinationskaute mit P die Streifung auf dem letzteren vorherrscht. Von den diesen drei Randflächen parallelen ist wenig deutlich, die Gruppe war mit dieser Stelle aufgewachsen.

2) An dieses ersten Individui unteres P (nach der Zeichnung genommen) ist nun ein zweites angewachsen, und zwar nach dem von den HH. Mohs und Naumann für die gewöhnlichen Gruppen des Periklin aufgestellten Gesetz, welches sich auf die lange Diagonale der Fläche P bezieht (Vergl. I. 1.). Dafs es dieses Gesetz ist, nach dem beide Individuen verbunden sind, geht aus Folgen-

dem hervor. Die ad I. 4. für das gewöhnliche Gesetz des Periklin aufgestellten Bedingungen a , c , d müssen auch, wie man leicht sieht, von der nach diesem Gesetz gebildeten Gruppe erfüllt werden, und finden sich hier deutlich bestätigt. Was aber die Bedingung b betrifft, nach welcher die Zwillingskante $\frac{M^I}{M^{II}}$ parallel seyn muß $\frac{P}{M}$ beider Individuen, so war ich lange zweifelhaft, ob nicht auch diese Gruppe nach dem gewöhnlichen Gesetz des Periklin gebildet sey. Zwar findet sich die Zwillingskante $\frac{M^I}{M^{II}}$ deutlich geneigt gegen $\frac{P^I}{M^I}$, und zwar nach ungefährrer Messung mit dem Handgoniometer nahe 19° ; aber die Fläche M des Individui II ist stark gefurcht parallel den Kanten der Säule, und durch diese Furchung konnte eine starke Abweichung von jenem Parallelismus veranlaßt seyn. Indefs läßt sich durch die bloße Unvollkommenheit der Flächen die starke Abweichung von 19° nicht erklären, denn bei den Zwillingen, die wirklich nach dem gewöhnlichen Gesetz gebildet sind, erreicht dieselbe auch bei der größten Unvollkommenheit der Flächen M wohl kaum 5 bis 6 Grad. Hiezu kommt noch Folgendes. Die Theile der Fläche M^{II} , welche auf den Erhöhungen zwischen den Furchen liegen, sind eben genug und reflectiren gleichzeitig, besonders das Kerzenlicht, recht deutlich, während man von M^{II} , welche vollkommener ausgebildet ist, den Reflex der ganzen Fläche erhält. Hält man nun den Krystall so, daß M^I reflectirt und wendet ihn dann vorsichtig um die Kante $\frac{P^I}{M^I}$, so erhält man von M^{II} keinen Reflex, wenn man nicht zugleich eine geringe Drehung um die Axe c des Individui II macht. Bei den unvollkommensten Zwillingskrystallen, welche nach dem gewöhnlichen Gesetz des Periklin gebildet sind, erhält man dage-

gen recht deutlichen Reflex von beiden Flächen M , wenn man das Experiment mit ihnen macht, ohne jene Drehung um c zu machen. Diefs scheint mir hinreichend zu beweisen, dafs die scharf ausgebildete Zwillingsskante $\frac{M^I}{M^{II}}$ an diesem Zwilling nicht parallel seyn würde der

Kante $\frac{P}{M}$. Nun aber erklärt sich die Differenz zwi-

schen dem Winkel von 19° und dem oben (I. 3.) zu $13^\circ 11' \frac{1}{2}$ berechneten leicht aus der Unvollkommenheit der Flächen M^{II} ; denn die Flächentheile von M^{II} , welche auf den Erhöhungen zwischen den Furchen liegen, halten, wiewohl sie gleichzeitig das Licht reflectiren, unter einander nicht Niveau, sondern werden nach hinten zu niedriger, so dafs hierdurch die hintere Ecke $P^{II} M^{II} P^I$ gegen die hintere Ecke $P^I M^I T^I$ stärker zurücktritt, woraus denn, wie man aus der Zeichnung leicht übersieht,

für die Kante $\frac{M^I}{M^{II}}$ im Ganzen die stärkere Neigung gegen $\frac{P^I}{M^I}$ folgen mufs. Nimmt man also alle diese Um-

stände zusammen, so überzeugt man sich davon, dafs diese Gruppe nach dem Gesetz gebildet ist, welches sich auf die lange Diagonale von P als Zwillingssaxe bezieht.

Dieses zweite Individuum zeigt aufser der genannten einen Fläche M^{II} nichts von den Seitenflächen der Säule; dagegen auf der unteren Seite eine sehr grofse Fläche o , deutlich in der Diagonalzone von x , welche letztere auch sehr grofs vorhanden ist) und in der Kantenzone $\frac{P}{T}$ liegend,

nach welcher Kante auch die Fläche o gestreift ist. Dieses o hat durch seine Ausdehnung das darüber liegende T^{II} verdrängt und tritt in der Gruppe mit T^I zusammen. Das an o anliegende x reicht ebenfalls bis an das Individuum I und geht da über in dessen Fläche x . Beide sind drusig und uneben.

3) An das untere P des zweiten Individui ist nun ein drittes mit seinem P angewachsen, und zwar so, daß wiederum der scharfe Winkel von $86^\circ 41'$ der Kante $\frac{P^{III}}{M^{III}}$ an der freien Stelle, links unten (der Zeichnung Fig. 8 Taf. II) liegt. Von diesem dritten Individuo ist außer der unteren Fläche P^{III} nur die links liegende Fläche M^{III} sichtbar; diese wird aber von den Flächen T^{III} und I^{III} fortwährend unterbrochen, so daß dadurch eine treppenartige parallele Furchung entsteht, in der jedoch die Lage der drei Flächen T, M, I durch den Lichtreflex deutlich genug zu unterscheiden ist.

Das Gesetz der Verwachsung dieses dritten Individui läßt sich aus der Gruppe leichter in Bezug auf das erste Individuum finden, und man kann für dasselbe folgende Momente deutlich beobachten:

a) Die Flächen P beider Individuen liegen einander parallel.

b) die untere Kante $\frac{P^{III}}{M^{III}}$, wiewohl sie nur stückweis sichtbar ist, muß der Kante $\frac{P^I}{M^I}$ als parallel genommen werden, woraus folgt, daß auch die Kante $\frac{M^I}{M^{III}}$, wenn die Individuen I und III zum Durchschnit kämen, parallel seyn würde $\frac{P^I}{M^I}$ oder $\frac{P^{III}}{M^{III}}$.

c) In der unteren (linken) Kante $\frac{P^{III}}{M^{III}}$ liegt der scharfe Winkel von $86^\circ 41'$.

Aus diesen drei Beobachtungen folgt für die Verwachsung der Individuen I und III das Gesetz, daß sie gegen die Ebene P selbst symmetrisch liegen, daß also die Zwillingssaxe die Normale auf dieser Fläche ist. Der Winkel, unter welchem bei diesem Gesetz die Individuen an einander wachsen, ungefähr 126° , bedingt den

Habi-

Habitus der Gruppe, und durch diesen ist dieselbe von allen bisher betrachteten leicht zu unterscheiden.

4) Nunmehr findet sich das Gesetz, nach welchem die Individuen II und III in dieser Gruppe verwachsen sind, auf folgende Weise. Alle drei Individuen haben die Fläche P und die lange Diagonale von P parallel. Die Zwillingsaxe für die Gruppe II, III kann also entweder nur die Normale auf P , oder die lange Diagonale, oder eine Senkrechte auf der langen Diagonale von P in P seyn. Nach den beiden ersten Gesetzen sind aber schon resp. die Gruppen I, III und I, II gebildet, also bleibt für die Gruppe II, III die Senkrechte auf der langen Diagonale von P in P die Zwillingsaxe.

VII. 1) Die Gruppen I, III und II, III des im vorigen Abschnitt beschriebenen Drillings liegen, was ihre äussere Form betrifft, einander so nahe, dass es erst der geometrischen Construction bedarf, um die Merkmale aufzufinden, durch welche man sich von ihrer Zweierleiheit überzeugt. Ein drittes Gesetz, welches eine, den beiden vorigen sehr ähnliche Gruppe gäbe, wäre das, dessen Zwillingsaxe die kurze Diagonale der Fläche P ist. Für die Annahme dieses Gesetzes, obgleich dasselbe noch nicht beobachtet ist, spricht nicht allein die Analogie, sondern auch ein gewisses krystallonomisches Argument. Die Analogie nämlich, wenn man darauf Rücksicht nimmt, dass ausser der Senkrechten auf der Axe c in der Axenebene ac die Krystallaxe c selber (wie beim Albit), ausser der Senkrechten auf der Axe b in der Fläche P , die Axe b selber (wie beim Periklin) Zwillingsaxe ist; wenn man dieß berücksichtigt, scheint der analoge Schluss nahe zu liegen, dass ausser der Senkrechten auf der kurzen Diagonale von P in der Fläche P auch die kurze Diagonale selbst eine Zwillingsaxe seyn müsse. Das krystallonomische Argument für diese Zwillingsaxe ist dieses: Nimmt man an, dass in der im vorigen Abschnitt beschriebenen Drillingsgruppe das In-

dividuum II mit dem Individuo I nach dem gewöhnlichen Gesetz des Periklins verbunden sey, so folgt, was ich hier weiter auseinanderzusetzen übergehen darf, geometrisch, und also krystallonomisch (Vergl. III. 2.), daß die Individuen II und III nach dem Gesetz verbunden sind, dessen Zwillingsaxe die kurze Diagonale von P ist; so daß es also bloß der Combination dreier Individuen, wovon zwei Paare nach schon bekannten Gesetzen verbunden sind, bedarf, damit dieses dritte Gesetz für die Verbindung des dritten Paares folge.

2) Nach dem was so eben über die Aehnlichkeit der drei Gruppen, welche nach den erwähnten drei Zwillingsgesetzen gebildet sind, gesagt ist, wird es nunmehr nothwendig, um nicht in leicht zu begehende Irrthümer zu gerathen, daß man eine Zwillinggruppe von dem Habitus der Gruppen I, III und II, III (VI. 3. 4.) mit Rücksicht auf die drei aufgestellten Gesetze prüfe. Beim Feldspath selbst kommen bekanntlich ähnliche Zwillinge vor, und man hat bisher das Gesetz, nach dem ihre Individuen verbunden sind, unbedenklich auf die Fläche P als Zwillingsfläche, oder auf deren Normale als Zwillingsaxe bezogen. Die nähere Untersuchung dieser Zwillinge in dieser Rücksicht dürfte um so mehr Interesse haben, als sich aus ihnen ein strengeres Argument für oder gegen die Annahme schiefwinkliger Axen beim Feldspath ableiten läßt, als dasjenige ist, welches man bisher aus den Winkeldifferenzen der einfachen Krystalle entlehnte. Zu diesem Zwecke habe ich diese Untersuchung mit in diese Arbeit gezogen, und ich will zunächst die geometrischen Unterschiede dieser Gruppe aus ihrer Construction zu entwickeln suchen und dann zu den Beobachtungen übergehen.

3) Wenn die Axenebenen bc und ac des Feldspaths rechtwinklig auf einander stehen, so fallen im einfachen Krystall die Senkrechte auf der langen Diagonale in P und die kurze Diagonale von P zusammen, und die drei Gesetze reduciren sich auf zwei, welche, wie man leicht

übersieht, zwar geometrisch gleiche, aber physikalisch verschiedene Gruppen geben. In derjenigen Gruppe nämlich, für welche die Normale auf P die Zwillingssaxe ist, schneiden sich an der Zwillingssgränze die gleichnamigen Flächen T und t beider Individuen; in der anderen Gruppe aber, für welche die Zwillingssaxe die kurze Diagonale von P ist, schneiden sich die ungleichnamigen Flächen T^I mit t^{II} und t^I mit T^{II} . In beiden Fällen aber sind die Durchschnittskanten parallel resp. den Kanten $\frac{P}{T}$ und $\frac{P}{t}$ beider Individuen. Da die Zwillingswinkel

$\frac{T^I}{T^{II}}, \frac{t^I}{t^{II}}$ der ersten Gruppe resp. gleich $2\frac{P}{T}$ und $2\frac{P}{t}$,

und die Zwillingswinkel $\frac{T^I}{t^{II}}, \frac{t^I}{T^{II}}$ der zweiten Gruppe

jeder gleich $\frac{P}{T} + \frac{P}{t}; \frac{P}{T}$ aber gleich $\frac{P}{t}$, wegen der

Rechtwinkligkeit der Axenebenen ac und bc , so folgt, dass alle vier Zwillingswinkel beider Gruppen einander gleich sind, und über die Verschiedenheit der letzteren entscheidet einzig und allein die Lage des blättrigen Bruchs parallel T .

4) Sind aber die Axenebenen ac und bc schiefwinklig, so geben alle drei Gesetze auch drei geometrisch verschiedene Gruppen, und man kann die Kennzeichen, durch welche diese Gruppen sich von einander unterscheiden werden, mit Hülfe der geometrischen Construction leicht auffinden. Für den gegenwärtigen Zweck, jenes ad 2 angedeutete Argument abzuleiten, reicht es hin, hier nur diejenige Gruppe näher zu betrachten, deren Zwillingssaxe die Normale auf der Fläche P ist. In dieser Gruppe treffen, wie vorhin, an der Gränze einerseits die Flächen T^I, T^{II} in den Kanten $\frac{P^I}{T^I}, \frac{P^{II}}{T^{II}}$ andererseits die Flächen t^I, t^{II} in den Kanten $\frac{P^I}{t^I}, \frac{P^{II}}{t^{II}}$

auf einander; die Zwillingwinkel $\frac{T^1}{T^1}$, $\frac{l^1}{l^1}$ differiren aber hier um die doppelte Differenz der Winkel $\frac{P}{T}$ und $\frac{P}{T}$, welche doppelte Differenz schon bei einer oberflächlichen Messung kaum der Beobachtung entgehen würde, und mithin als strenges Argument für die Schiefwinkligkeit der Axen des Feldspaths gelten darf. In jeder der beiden Gruppen, welche nach den beiden andern Gesetzen gebildet sind, sind die in Rede stehenden Zwillingwinkel einander gleich, wie man sich leicht überzeugen wird.

5) Dafs das Gesetz, dessen Zwillingaxe die Normale auf P ist, beim Feldspath wirklich vorhanden sey, davon habe ich mich überzeugt aus einem Zwillingsexemplar des gemeinen Feldspaths, welches die Sammlung des Hrn. Dr. Koehler hieselbst enthält. Diese Gruppe, ein Spaltungsstück aus einem Geschiebe hiesiger Gegend, zeichnet sich durch sehr vollkommen blättrigen Bruch parallel den Flächen T aus, während die Flächen l kaum Spuren von Durchgängen zeigen. Die Individuen sind in den Flächen P an einander gewachsen, und die Spaltungsflächen T aus beiden treten, zum Beweise, dafs die Gruppe nach diesem Gesetz gebildet ist, an der Zwillingsgrenze an einander. Da indessen diese, so wie die anderen Flächen des Stücks nicht die erforderliche Glätte besaßen, so waren Messungen mit dem Reflexionsgoniometer an ihm unmöglich.

Dagegen fand ich in der Bergemann'schen Sammlung einen scharf ausgebildeten meßbaren Adularzwilling dieser Art, auf einer Druse von gelblich weißem körnigen Feldspath mit etwas weißem Glimmer und erdigem Chlorit bedeckt, vom Gotthardt. Die weitere Ausbildung des Krystalls wird man leicht aus der Zeichnung, Fig. 9 Taf. II, übersehen. Die Flächen P beider Individuen spiegelten gleichzeitig, und die Flächen M , welche, so wie die Flächen z , mit Chlorit bedeckt und drusig waren, lagen deutlich

genug im Niveau, wonach das Zwillingengesetz, nach dem die Gruppe gebildet ist, hieher gehört. Die Entscheidung, welchem von den drei speciellen Gesetzen die Gruppe angehörte, mußte dem Resultat der Messung verbleiben, da ich den blättrigen Bruch parallel T an dem Krystall nicht untersuchen konnte.

Die Winkel, welche ich maß, waren, nach der Zeichnung genommen: der einspringende zwischen T'' und T'' , und der ausspringende zwischen l'' und l' , bei welchem letzteren ich also über P' und x' wegmessen mußte. Ich darf wegen der aus diesen Messungen zu ziehenden Folgerungen nicht die Umstände übergeben, welche die Messung erschwerten und das Resultat unsicher machten. Da das Bild der Visirlinie wegen der vorliegenden Theile, hier des Individui $''$, dort des Individui $'$, die Fläche T'' und die Fläche l' nicht traf, wenn der Einfallswinkel zu groß, d. i. wenn der Krystall von der Visirlinie zu weit entfernt war, so war ich genöthigt, um das Spiegelbild zu erhalten, das Goniometer bis auf 6 Fufs Entfernung den Visirlinien, wozu ich eine Fenstersprosse und eine $5\frac{1}{2}$ Fufs darunter liegende parallele weiße Linie auf schwarzem Grunde wählte, zu nähern. Hr. Professor Hessel hat indess bewiesen ¹⁾, daß nicht sowohl von der Entfernung der Visirlinien vom Instrument, als von der Gleichheit des Abstandes der Flächen des Krystalls von der Axe des Instruments und von der Fixirung des Auges die Richtigkeit der Messung abhängt, und ich habe weiter unten den geringen Unterschied angegeben, der aus Messungen in größerer Entfernung hervorging.

Für jeden Winkel nahm ich das Mittel aus zwölf Messungen und erhielt so:

für $\frac{T''}{T''} = 135^\circ 26' 40''$ u. als größte Messungsdifferenz 9'

- $\frac{l'}{l''} = 136^\circ 22' 30''$ - - - - - 10'

1) Gehler's physikalisches Wörterbuch, neue Auflage, Artikel: Krystallometrie.

Hiernach wäre also im einfachen Krystall:

$$\frac{P}{T} = \begin{cases} 67^{\circ} 43' 20'' \\ 112 \quad 16 \quad 40 \end{cases}$$

$$\frac{P}{T} = \begin{cases} 68^{\circ} 11' 15'' \\ 111 \quad 48 \quad 45 \end{cases}$$

und beider Differenz $= 27' 55''$.

Nun mafs ich an einem sehr gut ausgebildeten einfachen Krystall, den ich von derselben Druse losgebroschen, in der nämlichen Entfernung diese Winkel, und fand:

$$\text{für } \frac{P}{T} = 112^{\circ} 7' 15'', \text{ grösste Differenz} = 5'$$

$$\frac{P}{T} = 111^{\circ} 59' 40'', \quad \quad \quad = 6'$$

und also ihre Differenz $= 7' 35''$.

Um zu erfahren, welchen Einfluss die Nähe der Visirlinien vom Instrument bei der Messung gehabt, mafs ich an demselben Krystall dieselben Winkel bei einer Entfernung von 16 Fufs von den Visirlinien, und fand:

$$\text{für } \frac{P}{T} = 112^{\circ} 9' 45'', \text{ grösste Differenz} = 4'$$

$$\frac{P}{T} = 111^{\circ} 58' 15'', \quad \quad \quad = 4'$$

also ihre Differenz $= 9' 35''$.

An einem zweiten Krystall von dieser Druse, an dem ich dieselben Winkel in derselben Entfernung mafs, erhielt ich den Winkel in $\frac{P}{T}$ um zwei Minuten kleiner, den Winkel $\frac{P}{T}$ aber um keine volle Minute different.

Es ist also die Differenz der gemessenen Zwillingswinkel um mehr als das Doppelte zu groß gegen diejenige, welche aus den Messungen am einfachen Krystall folgen würde, was in den angeführten, die Messung erschwerenden, Umständen seinen Grund haben mag. Die Differenz der gemessenen Zwillingswinkel überhaupt aber

beweist, daß das Gesetz, wonach die Gruppe gebildet ist, sich auf die Normale der Fläche P bezieht. Jedenfalls muß diese Differenz auffordern, an Krystallen, die sich besser für die Messung eignen, an solchen, wo die Individuen nur durch Juxtaposition in den Flächen P verbunden sind, dieselbe zu wiederholen, um hieraus die Axenneigungen des Feldspaths mit Sicherheit zu bestimmen.

VIII. Zwei recht interessante Zwillinggruppen der Gattungen Periklin und Oligoklas von resp. vier und sechs nach verschiedenen Gesetzen verwachsenen Individuen beobachtete ich in der Bergemann'schen Sammlung, jene auf einer Druse von sehr schönen Periklinkrystallen von Pfunders, diese auf einer solchen von Oligoklaskrystallen von Arendal.

1) An den Krystallen des Periklin sind die Flächen der verticalen Zone P, x , wie gewöhnlich, zur unsymmetrischen Säule ausgedehnt, die Flächen der horizontalen Zone M, T, l auch z untergeordnet, außerdem die Flächen o , und sehr deutlich eine schärfere hintere Endigungsfläche, vielleicht $r = (a' : \frac{1}{2}c : \infty b)$ beim Feldspath. Neben vielen einfachen Zwillingen, nach dem gewöhnlichen Gesetz des Periklin, findet sich nun auf der Druse eine Gruppe von vier Individuen, von welchen die beiden vorherrschenden I und II (Vergl. die Handzeichnung Fig. 10 Taf. II) so mit einander verwachsen sind, daß die Flächen P des einen ungefähr die Lage der Flächen x des andern haben. Die Krystalle sind wegen ihrer Größe wenig vollkommen ausgebildet, doch läßt sich Folgendes hinreichend scharf beobachten. Wenn man die Gruppe von oben her in der Richtung der Lateralkanten (der horizontalen Zone) ansieht, so erscheinen die beiderseitigen Kanten $\frac{P^I}{x^I}, \frac{P^{II}}{x^{II}}$ parallel oder in einander fallend, mithin haben die Individuen, da zwei Kanten respective in den Axenebenen bc beider Individuen liegen, diese Ebene parallel liegend. Betrachtet

man aber die Gruppe in einer auf dieser Ebene senkrechten Richtung, so sind die Kanten $\frac{P^I}{x^I}$, $\frac{P^{II}}{x^{II}}$ deutlich gegen einander geneigt. Endlich läßt sich beobachten, daß die Lateralkanten der horizontalen Zone, und also die Axen c beider Individuen, einander parallel sind. Aus diesen Beobachtungen folgt, daß die Zwillingsaxe dieser Gruppe die Axe c ist.

Nun aber ist jedes der beiden vorherrschenden Individuen noch mit einem anderen III und IV nach dem gewöhnlichen Gesetz des Periklin verbunden. Die Flächen der ersteren, besonders M^I und M^{II} , werden hierdurch überall unterbrochen von hervorspringenden Theilen der Individuen III und IV (Vergl. I. 3. b.), so daß in den freien Randkanten $\frac{P}{M}$ stückweis bald von dem einen Individuo der stumpfe, bald von dem andern der scharfe Winkel $\frac{P}{M}$ auftritt. Auch auf den Flächen P beider vorherrschenden Individuen markirt sich die Verwachsung mit den untergeordneten sehr deutlich durch die doppelte Streifung (Vergl. I. 3. a.).

2) Die Oligoklaskrystalle, von bedeutender GröÙe, sind von derjenigen Varietät, welche sowohl im äußeren Habitus, als in der krystallographischen Ausbildung den Krystallen des gemeinen Feldspaths sehr ähnlich ist (Vergl. II. 2.). In der horizontalen Zone herrschen die Flächen T , M , l vor, z und $k = (a : \infty b : \infty c)$ sind untergeordnet vorhanden. Am Ende P und x vorherrschend, untergeordnet die $\frac{2}{3}$ fach, und die 3 fach schärfere hintere Endigungsfläche, r und y , und von gepaarten Flächen n , o , u respective aus den Diagonalzonen von P , x und y , alle drei vollzählig, zu beiden Seiten, nicht einzeln, wie sie beim Albit vorzukommen pflegen.

Außer vielen einfachen Zwillingen nach dem gewöhnlichen Gesetz des Periklin und nach dem gewöhnli-

chen Gesetz des Albit, so wie Doppelzwillingen nach beiden Gesetzen zugleich, findet sich die in der Handzeichnung, Fig. 11 Taf. II, dargestellte interessante Gruppe, an der die beiden Hauptindividuen I, II dieselben Beobachtungen zulassen, welche oben für die ähnliche Periklingruppe die Axe c als Zwillingssaxe forderten. Wie dort sind nun auch hier beide Individuen I, II wiederum mit zwei anderen III und IV nach dem gewöhnlichen Gesetz des Periklin verwachsen. Außerdem aber zeigen die beiden Hauptindividuen sowohl auf den Flächen P^I , P^{II} , als auf den Flächen x^I , x^{II} deutliche Spuren von Verwachsung respective mit zweien Individuen V und VI nach dem gewöhnlichen Gesetz des Albit. Ganz so wie oben beim Labrador (IV. 2.) kündigt sich diese Verwachsung an durch parallel den schiefen Diagonalen von respective P^I , P^{II} und x^I , x^{II} eingewachsene lamellare Stücke, deren Flächen P^V , P^{VI} und x^V , x^{VI} mit den entsprechenden P^I , P^{II} und x^I , x^{II} der Hauptindividuen stumpf aus- und einspringende Winkel bilden. An einigen Zwillingsskrystallen der Druse, wo die Individuen nur nach diesem und dem gewöhnlichen Gesetz des Periklin verbunden sind, wiederholt sich diese lamellare Einwachsung so oft, daß die Flächen P dadurch ein gefurchtes Ansehen bekommen, und diese Furchung verfeinert sich (vergl. Labrador IV. 3.) noch an anderen Krystallen der Druse zur feinsten Schraffirung der Flächen P parallel ihren schiefen Diagonalen, und nur beim Kerzenlicht bemerkt man noch durch den abwechselnden Reflex der Lamellen, daß diese Erscheinung von der Verwachsung unzählig vieler Lamellen zweier Individuen nach dem Albitgesetz herrührt.

IX. Die im Vorigen beschriebenen einzelnen Zwillingsgesetze lassen sich unter sehr merkwürdige allgemeine Gesichtspunkte zusammenfassen, wenn wir mit

den HH. Mohs, Breithaupt, Naumann annehmen, daß die Axen dieser Krystallsysteme seyen: die Parallele der Säulenkanten gleich der Axe c , die Parallele der langen Diagonale der Fläche P gleich der Axe b , die Parallele der kurzen Diagonale dieser Fläche gleich der Axe a .

1) Bei dieser Annahme haben dann die drei Zwillingsgesetze, welche in der ad V behandelten Gruppe von vier oder drei Albitindividuen aufgestellt sind, zu den Axen des Systems folgende Beziehung. Die Zwillingssaxe des ersten Gesetzes ist die Normale der Axenebene ac , des zweiten die Krystallaxe c selber, des dritten die Senkrechte auf der Krystallaxe c in der Axenebene ac ; oder wenn wir mit Hrn. Neumann das Symmetrieverhältniß auf Ebenen beziehen, so hat das erste Gesetz die Axenebene ac , das zweite die auf der Krystallaxe c normale Ebene, das dritte die der Krystallaxe c parallele, auf der Axenebene ac senkrechte Ebene zur Zwillingsebene. Jene drei Zwillingssaxen, so wie diese drei Zwillingsebenen stehen senkrecht auf einander. Eine jeder Linien ist eine Krystallaxe (c), eine dieser Ebenen eine Axenebene des Systems (ac), also eine krystallonomische Linie und Ebene, während die beiden anderen Linien und Ebenen die Axen des Systems in irrationalen Verhältnissen schneiden dürften. Endlich alle drei Individuen haben die krystallonomische Ebene (ac) gemein, der, zwei der Zwillingssaxen (c und ihre Normale in ac) parallel, die dritte senkrecht liegt.

2) Ganz in denselben Beziehungen mit dem Axensystem stehen die drei Gesetze, welche in der ad VI beschriebenen Gruppe von drei Periklinindividuen stattfinden. Die Zwillingssaxe des ersten ist die Normale der Axenebene ab , des zweiten die Krystallaxe b selber, des dritten die Senkrechte auf der Krystallaxe b in der Axenebene ab ; oder, wenn man das Symmetrieverhältniß auf Ebenen bezieht, so hat das erste Gesetz die Axenebene

ab , das zweite die auf der Krystallaxe b senkrechte Ebene, das dritte die der Krystallaxe b parallele, auf der Axenebene ab senkrechte Ebene als Zwillingsebene. Jene drei Zwillingssachsen, so wie diese drei Zwillingsebenen, stehen auf einander senkrecht. Eine jener Linien ist eine Krystallaxe (b), eine dieser Ebenen eine Axenebene des Systems (ab), also eine krystallonomische Linie und Ebene, während die beiden andern Linien und Ebenen die Axen des Systems wiederum in irrationalen Verhältnissen schneiden dürften. Endlich alle drei Individuen haben die krystallonomische Ebene (ab) gemein, der, zwei der Zwillingssachsen (b und ihre Normale in ab) parallel, die dritte senkrecht liegt.

3) Aus diesen beiden Gruppen lassen sich diese Folgerungen ziehen. Unter den sechs Zwillingsebenen, auf welche die genannten sechs Gesetze bezogen werden müssen, befinden sich nur zwei krystallonomische, die Axenebenen ac und ab . Wenn nun das Wesen des Zwillingings nicht bloß in der symmetrischen Stellung der Individuen besteht, gleichviel mit welcher Fläche oder Ebene dieselben an einander wachsen, sondern wenn die Natur selbst eine bestimmte Ebene gleichsam bevorzugt hätte, von der aus sich die Individuen symmetrisch ausbildeten, so scheinen diese beiden Gruppen zu zeigen, daß es jedesmal die krystallonomische Zwillingsebene, welche in den drei Individuen der beiden Gruppen parallel liegt, seyn müsse, mit welcher je zwei der Individuen nach diesen sechs Gesetzen an einander wachsen, und daß dagegen die vier unkrystallonomischen Zwillingsebenen, wie wohl ebenfalls eine jede je zweien Individuen der Gruppe parallel liegt, nicht als solche Aneinanderwachsungsebenen auftreten können. Ferner:

4) Die drei Gesetze, nach welchen je eine dieser beiden Gruppen gebildet ist, stehen in solcher Beziehung zu einander, daß, wenn ein Individuum mit zweien andern nach zweien dieser Gesetze verwächst, für die Ver-

wachung des zweiten und dritten dieser Individuen das dritte Gesetz geometrisch folgt. Die Demonstration dieses allgemeinen Satzes, welche für einen besonderen Fall ad VII. 1. gegeben wurde, folgt auf ganz analoge Weise allgemein.

Wenn daher z. B. an das eine Individuum A einer Gruppe von zweien AB , die nach dem gewöhnlichen Periklingesetz verbunden sind, ein drittes C nach dem Gesetz anwächst, welches sich auf die Normale der Axenebene ab bezieht, so folgt für die Verwachsung von B und C das Gesetz, welches sich auf die Axe a bezieht (vergl. VII. 1.). Verbindet sich dieses Individuum C nach diesem dritten Gesetz mit einem zweiten A , welches schon mit einem dritten B nach dem gewöhnlichen Albitgesetz verwachsen ist, so ist das Gesetz der Verwachsung der Individuen C und B dasjenige, welches die Senkrechte auf a in der Axenebene ac zur Zwillingssaxe hat etc. — Diese beiden letzteren Gesetze, deren Zwillingssaxen sind: die Krystallaxe a und ihre Senkrechte in der Axenebene ac , sind mithin so gut als durch die Beobachtung verbürgt anzunehmen, da es ja nur der Combination bekannter und so häufig vorkommender Zwillingsgesetze bedarf, aus welchen sie direct folgen.

X. 1) Stellt man also diese beiden Gesetze mit denen durch die Beobachtung wirklich verbürgten in Eine Kategorie, so lassen sich dann die sämtlichen Zwillingsgesetze unter folgende drei Abtheilungen bringen, von denen die erste A diejenigen Gesetze enthält, welche die Axen des Systems, die zweite B diejenigen, welche die Normalen auf den Axenebenen, und die dritte C diejenigen, welche die Senkrechten auf den Krystallaxen in den respectiven Axenebenen als Zwillingssaxen haben.

A .

1) Zwillingssaxe parallel der Krystallaxe c .

In den Gruppen von drei und vier Individuen

des Albit (V. 2. und 3.), des Periklin (VIII. 1.)
des Oligoklas (VIII. 2.), des Labrador (IV. 2.).

2) Zwillingssaxe parallel der Krystallaxe b .

Beim Periklin (VI. 2.).

3) Zwillingssaxe parallel der Krystallaxe a .

Vergl. IX. 4. und VII. 1.

B.

4) Zwillingssaxe normal der Axenebene ca .

Beim Albit (V. 2.), Periklin (III. 1.), Oligoklas
(III. 1. und VIII. 2.), Labrador (IV. 2.) und
beim Anorthit,

5) Zwillingssaxe normal der Axenebene ab .

Beim Periklin (VI. 3.).

C.

6) Zwillingssaxe senkrecht auf der Krystallaxe c in der
Axenebene ac .

In den Gruppen von drei und vier Individuen
des Albit (V. 2.), Periklin (VIII. 1.), Oligoklas
(VIII. 2.), Labrador (IV. 2.).

7) Zwillingssaxe senkrecht auf der Krystallaxe a in der
Axenebene ac .

Vergl. IX. 4.

8) Zwillingssaxe senkrecht auf der Krystallaxe b in der
Axenebene ab .

Beim Periklin (VI. 4.).

9) Zwillingssaxe senkrecht auf der Krystallaxe a in der
Axenebene ab .

Beim Periklin (I. 4.), Oligoklas (II. 1. und VIII.
2.), Labrador (IV. 2.).

2) Dieselbe nahe Beziehung, welche die Zwillingsgesetze 1, 3, 4, 6, 7 zur Axenebene ac haben, dieselbe haben auch die Zwillingsgesetze 2, 3, 5, 8, 9 zur Axenebene ab , das Zwillingsgesetz 3, welches beiden Reihen angehört, knüpft die eine an die andere. — Betrachtet man aber so den Zusammenhang dieser Gesetze, so ver-

misst man in der obigen Aufstellung drei noch nicht beobachtete Gesetze, welche mit den Gesetzen 1 und 2 zusammen eine den beiden vorigen ähnliche Reihe bilden würden, welche dieselbe Relation zu der Axenebene bc hätte, als jene beiden zu ac und ab , und wiederum würde in dieser Reihe das Gesetz 1 dasjenige seyn, welches dieselbe mit der ersten, das Gesetz 2 dasjenige, welches sie mit der zweiten Reihe verbande. Diese drei fehlenden Gesetze sind folgende:

10) Zwillingssaxe normal der Axenebene bc .

Zur Abtheilung B gehörig.

11) Zwillingssaxe senkrecht auf der Krystallaxe c in der Axenebene bc .

12) Zwillingssaxe senkrecht auf der Krystallaxe b in der Axenebene bc .

Beide zur Abtheilung C gehörig.

3) Wäre nur eins dieser drei Gesetze beobachtet, so wäre damit die Existenz der beiden andern auf dieselbe Weise nachgewiesen, als die der Gesetze 3 und 7 (IX. 4.). Denn wenn von drei Individuen ABC A mit B verbunden ist nach dem Gesetz 10, und mit C verbunden ist nach dem Gesetz 1, so folgt, daß C mit B verbunden ist nach dem Gesetz 11. Ist aber das Individuum A mit C verbunden nach dem Gesetz 2, während A mit B nach dem Gesetz 10 verbunden ist, so folgt, daß B mit C nach dem Gesetz 12 verbunden ist; und so folgt für jedes der drei Gesetze 10, 11, 12, welches man als bekannt setzt und mit einem anderen bekannten combinirt, eins der beiden übrigen. — Für die Beobachtung dieser drei Gesetze darf vielleicht das als leitender Fingerzeig dienen, was oben ad IX. 3. aufgestellt wurde. Wenn nämlich für die Gesetze der Reihe 1, 3, 4, 6, 7 die Aneinanderwachsebene der Individuen die Axenebene ac , und für die Gesetze der Reihe 2, 3, 5, 8, 9 die Aneinanderwachsebene die Axenebene ab ist, so darf man erwarten, daß für die Gesetze

der Reihe 1, 2, 10, 11, 12 die Aneinanderwachsungsebene die Axenebene *bc* seyn werde; ferner, dafs von den drei Gesetzen 1, 2, 3, von denen je zwei Verbindungsglieder sind einer der Reihen mit den beiden andern, jedes auch zwei Ebenen als Aneinanderwachsungsebenen haben werde, nämlich die beiden, welche den durch dasselbe verbundenen Reihen angehören.

IX. Versuche über Stärkmehl und Stärkmehlzucker;

von C. Brunner.

Seit vielen Jahren wird die Entdeckung Kirchhoff's, dafs das Stärkmehl durch Behandlung mit verdünnten Säuren sich in Zucker verwandeln lasse, technisch benutzt. Dennoch besitzt die Wissenschaft keine genügende Erklärung dieser merkwürdigen Umänderung. Mehrere Chemiker haben zwar, besonders zu der Zeit da diese Erfahrung neu war, Versuche angestellt, um hierüber Aufschluß zu erhalten; allein es boten sich dabei Schwierigkeiten dar, welche bei dem damaligen Zustande der Wissenschaft nicht leicht überwunden werden konnten. Man fand hier bald, dafs weder Gas aus der Atmosphäre aufgenommen, noch welches entwickelt, so wie auch, dafs die angewandte Säure nicht zerstört werde, und zog daraus den Schluss, dafs die Umänderung auf gegenseitigem Austausch oder Umsetzung der Bestandtheile des Stärkmehls und des Wassers beruhen müsse. Allein, um diese genau zu kennen, war es erforderlich, sowohl die Menge des aus einer gegebenen Quantität Stärkmehls entstehenden Zuckers, als die Zusammensetzung beider zu bestimmen. Saussure¹⁾, welcher diese Untersuchung anstellte, schlofs aus seinen Beobachtungen, dafs das Stärk-

1) *Bibl. britannique*, LVI p. 333.

mehl hiebei eine gewisse Menge Wassers aufnehme. Er hatte gefunden, daß dasselbe bei dieser Umwandlung ungefähr 10 Procent an Gewicht zunehme, welche Zunahme er den von demselben aufgenommenen Wasserbestandtheilen zuschrieb.

Berechnet man indessen die in Saussure's Versuchen aufgefundenen Mengenbestimmungen, so findet man, daß seine Erklärung mit den Versuchen nicht übereinstimmt; denn wenn auch die Menge von Sauerstoff und Wasserstoff, welche das Stärkmehl aufnimmt, dem relativen Verhältnisse der Wasserelemente nahe kommt, so ergibt sich dagegen, bei der Vergleichung der Analyse von 100 Theilen Stärkmehl mit derjenigen der daraus entstehenden Menge von Zucker, ein Mangel von 4,32 Kohlenstoff. Es muß daher entweder die Analyse oder der aus ihr gezogene Schluß unrichtig seyn.

Diese Erklärung Saussure's ist gleichwohl seither in fast alle chemischen Lehrbücher, obgleich in die neuesten, von Thénard, Berzelius u. a. mit einigem Zweifel, aufgenommen worden.

Vor einiger Zeit wurde diese Theorie von Couverchel ¹⁾ bestritten, welcher gefunden haben will, daß die Menge des entstehenden Zuckers immer geringer sey, als diejenige des angewandten Stärkmehls. Er ersetzte daher die Erklärung, welche Saussure gegeben hatte, welche er von der durch Röstung bewirkten Verwandlung des Stärkmehls in Gummi ableitete. Da nämlich, so lautet seine Theorie, das Gummi ein zwischen dem Stärkmehl und dem Zucker in der Mitte stehendes Product sey, und, nach seinen Versuchen, durch das Rösten des Stärkmehls aus diesem durch Entfernung von Wasserbestandtheilen entstehe; bei der Zuckerbildung nach Kirchhoff's Methode ebenfalls zuerst Gummi gebildet werde, und erst aus diesem durch länger fortgesetzte Ein-

wir-

1) *Journal de Pharmacie*, VII p. 266.

wirkung der Zucker, so sey wahrscheinlich diese letztere Veränderung als eine weitere Fortsetzung des Gumbildungsprocesses anzusehen. Zur Unterstützung dieser Erklärung führt er die von Thomson ¹⁾ angegebene Analyse des Stärkmehls und des Zuckers an; begeht aber dabei den nicht geringen Verstoß, die Zusammensetzung des Rohrzuckers zu nehmen, welche freilich zu seiner Theorie besser paßt.

Aehnliche Ansichten hat Kölle ²⁾ ausgesprochen. Er erklärt die Verwandlung des Stärkmehls in Zucker für einen Verkohlungsprocess.

Auch Guérin ³⁾ will beobachtet haben, daß die Menge des Stärkzuckers immer geringer sey, als diejenige des dazu angewandten Stärkmehls, und schreibt den Irrthum Saussure's einem in dem analysirten Stärkzucker befindlichen Wassergehalte zu. Wie er die Menge des wasserfreien Stärkzuckers bei seinen Versuchen bestimmte, ist nicht angegeben.

In den neuesten Zeiten sind mehrere Untersuchungen über die Natur des Stärkmehls und seine mannigfaltigen Umbildungen angestellt worden. Nachdem Raspail ⁴⁾ gezeigt hatte, daß sich dasselbe unter dem Mikroskop als ein zusammengesetzter Organismus darstelle, und Guibort ⁵⁾ gelehrt hatte, durch Reiben die von Raspail beobachteten Bläschen zu zerreißen, und nachher durch kaltes Wasser die darin enthaltene Substanz aufzulösen, hat man auch wirklich verschiedene Producte daraus erhalten. Es wäre zu weitläufig hier alle die, besonders von französischen Chemikern, hierüber gelieferten Angaben, die denn doch noch zum Theil

1) Thomson, *Système de chimie*, trad. par Riffault, IV p. 48.

2) Proteus, I p. 306.

3) *Journ. de chim. méd.* Septb. 1833 (*Schweigg. Journ.* LXIX S. 125.)

4) *Annales des sciences naturelles*, VI p. 384.

5) *Annales de chimie et de phys.* XL p. 183.

Poggendorff's Annal. Bd. XXXIV.

näherer Untersuchung bedürfen, durchzugehen ¹⁾). Ich erwähne nur noch im besonderen der Arbeit von Biot und Persoz ²⁾). Diese Naturforscher untersuchten das optische Verhalten der dem Zuckerbildungsproceß unterworfenen Stärkmehlauflösung in den verschiedenen Epochen der Operation. Sie fanden, daß dieselbe, sobald sie eine dünnflüssige Consistenz annimmt, und nun statt Stärkmehl Gummi enthält, eine Rotation der Polarisationsebene nach der Rechten des Beobachters zeige. Von diesem Umstande leiteten sie für dieses Gummi die Benennung *Dextrin* ab. Bei dem Uebergange desselben in den eigentlichen Stärkzucker im ferneren Verlauf der Operation fanden sie, daß diese Eigenschaft wieder abnehme. Eine Erklärung des chemischen Theiles dieses Umbildungsprocesses gaben sie jedoch nicht.

Aus allen diesen Arbeiten scheint mir hervorzugehen, daß sowohl die Bildung, als die Zusammensetzung des Stärkzuckers noch nicht gehörig beleuchtet sey, und sowohl in practischer, als in theoretischer Rücksicht verdiente näher untersucht zu werden. Auf der einen Seite stehen einander die Ansichten Saussure's und Couverchel's geradezu entgegen, andererseits konnte man möglicherweise an eine isomerische Beschaffenheit dieses Products mit dem Rohrzucker oder auch mit dem Stärkmehl denken, obgleich auch wieder aus anderen Gründen zu erwarten war, daß die Zusammensetzung desselben sich durch ein einfacheres Atomverhältniß werde ausdrücken lassen, als diejenige des Rohrzuckers. Vielleicht sind die nun mitzutheilenden Versuche geeignet auf diese Fragen einiges Licht zu verbreiten.

Der sicherste Weg, zu einem bestimmten Resultate zu gelangen, schien mir zunächst der von Saussure eingeschlagene zu seyn. Es ist nämlich klar, daß durch die Uebereinstimmung der Analysen des Stärkmehls und

1) Vergl. die seitdem erschienene Arbeit von Fritzsche. Ann. Bd. XXXII S. 129. P.

2) *Annales de chimie et de phys.* LII p. 72. (Ann. 32 S. 160.)

des Stärkzuckers, mit Berechnung der aus einer gegebenen Menge des ersteren erhaltenen Quantität des letzteren, die Veränderung auf zwei verschiedenen Wegen beleuchtet werden kann, die einander zur Bestätigung dienen müssen.

Obgleich die Zusammensetzung des Stärkmehls bereits öfter untersucht worden, so hielt ich es doch nicht für überflüssig diese Untersuchung zu wiederholen, zumal die bereits bekannten Angaben nicht übereinstimmen. Folgendes ist die Zusammenstellung derselben:

	Gay-Luss. u. Thénard ¹⁾ .	Saussure ²⁾ .	Berzelius ³⁾ .	Prout ⁴⁾ .	Marcet ⁵⁾ .	Ure ⁶⁾ .	Guér. ⁷⁾ .
K.	43,55	45,39	44,250	42,8	42,7	38,55	43,91
W.	6,77	5,90	6,674	} 57,2	6,6	6,13	6,12
S.	49,68	48,31	49,076		49,7	55,32	49,97
St.		0,40					

Die Ursache der Abweichung dieser Angaben mag wohl zum Theil auf der wirklichen Verschiedenheit der angewandten Proben, wahrscheinlich doch noch mehr in der Verschiedenheit der Methoden begründet seyn. Auf jeden Fall wird aber in Rücksicht auf die Verwandlung in Stärkzucker nur eine Analyse der hiezu zu verwendenden Sorte in Betrachtung gezogen werden können.

Analysen von Stärkzucker besitzen wir, so viel ich weiß, nur zwei. Saussure²⁾ bestimmte seine Zusammensetzung, bei 11° C. getrocknet, zu:

- 1) *Recherches phys. chim.* II p. 291. Bei +100° getrocknet.
- 2) *Bibl. britannique*, LVI p. 340. Bei +100° getrocknet.
- 3) *Lehrb.* III S. 308. — Kartoffelstärke bei +100° getrocknet.
- 4) *Philos. trans.* 1827, II p. 376. — Weizenstärke bei +100° getrocknet.
- 5) *Annales de chimie et de phys.* XXXVI p. 50.
- 6) Ebendaselbst, XXIII p. 384. Wie es scheint nicht besonders ausgetrocknet.
- 7) *Journ. de chim. méd.* Sept. 1833. (*Schweigg. Journal*, LIX S. 124.)
- 8) *Bibl. brit.* LVI p. 341.

K. 37,29

W. 6,84

S. 55,87.

Den Traubenzucker, bei 100° C. getrocknet, fand er zusammengesetzt aus:

K. 36,71

W. 6,78

S. 56,51.

Prout ¹⁾ analysirte Stärkzucker, welcher während mehreren Tagen neben Schwefelsäure unter einem Recipienten gelegen hatte. Er fand denselben zusammengesetzt aus:

Kohle 36,2

Wasser 63,8.

Er erklärt ihn geradezu für identisch mit dem Honigzucker, Traubenzucker und Harnruhrzucker. Bei 100° verliert er schnell 3 Proc. Wasser, und nach 30 Stunden, dieser Temperatur ausgesetzt, über 10 Proc., wobei jedoch schon Zersetzung eintrete.

Ich wiederholte nun zuerst die Analyse des Stärkmehls. Es diente hiezu, wie zu allen späteren Operationen, sorgfältig bereitetes und vollkommen weißes Kartoffelstärkmehl, welches zum Ueberflusse noch mit kalihaltigem, zuletzt mit reinem Wasser gewaschen worden war. Es wurde auf einem geheizten Stubenofen neben Schwefelsäure so lange getrocknet, bis das dasselbe enthaltende Schälchen, kalt gewogen, keine Abnahme mehr zeigte. Alsdann mengte ich die zu einem Versuche erforderliche Menge, so nahe als möglich bei 0,2 Grm., mit ungefähr 10 Grm. Quarzpulver, und verbrannte sie in einem Strome von Sauerstoffgas, wozu ich mich der vor einiger Zeit beschriebenen Methode bediente. Da die Erfahrung mich bei ihrer Anwendung einige Verbesserungen gelehrt hat, so will ich dieselben, mit Hinweisung auf jene frühere Beschreibung ²⁾, hier mittheilen.

1) *Phil. trans.* 1827, II p. 373.

2) *Annalen*, XXVI S. 497.

1) Ich finde es sehr vortheilhaft zur Verbrennung etwas weite Glasröhren anzuwenden. Ein innerer Durchmesser von 4 Pariser Linien scheint am besten zu entsprechen. Dadurch wird der Vortheil erlangt, daß das Gemenge von Quarz und der zu verbrennenden Substanz weniger gehäuft und dem durchströmenden Sauerstoffgas leichter zugänglich ist. Als Verhältniß der anzuwendenden Menge von Quarz ist in den meisten Fällen auf 0,2 der zu analysirenden Substanz 6 bis 10 Grm. das schicklichste. Dieses richtet sich jedoch nach der Natur der Substanz, und muß für jede durch einen vorläufigen Versuch bestimmt werden.

2) Zur Bestimmung der Kohlensäure hatte ich früherhin die von Berzelius angegebene Methode benutzt. Die Besorgniß, daß durch das überschüssig durchströmende Sauerstoffgas Wasser weggeführt werden möchte, hielt mich ab Liebig's Absorptionsgefäß anzuwenden. Seither habe ich jedoch dasselbe so eingerichtet, daß dieses Hinderniß vollkommen gehoben ist, und bediene mich desselben mit vielem Vortheil. Der untere Theil desselben, ganz von der Gestalt wie sie Liebig angab, *ab* (Fig. 11 Taf. III) enthält concentrirte Aetzkallilauge, die Röhre *cd* ist mit Aetzkallistückchen angefüllt, welche durch die Verengerung in *c* vor dem Herunterfallen gesichert sind. Bei *e* wird das mit Chlorcalcium gefüllte Röhrchen *fg* angesetzt, welches in die Kugel *g* den Schnabel der Verbrennungsröhre aufnimmt. Durch langsames Hindurchleiten eines Volums atmosphärischer Luft, welches der zu einem Verbrennungsversuche erforderlichen Sauerstoffgasmenge gleich war, überzeugte ich mich, daß der genau tarirte Apparat *de* nicht die geringste Gewichtsveränderung erlitt.

3) Die Verbrennungsröhre kann, wenn sie von gutem (Kali-) Glase ist, oft zu vielen Versuchen dienen, indem man jedesmal vorn einen neuen Schnabel anschmelzt. Nur hüte man sich, sie durch Reiben mit einem Drahte von etwa anhängendem Quarzpulver zu reinigen, indem

dadurch in dem Glase kleine Risse entstehen, die bei nachherigem Erhitzen das Zerreißen desselben zur Folge haben. Am besten reinigt man sie durch bloßes Ausspülen mit Wasser, oder, wenn man eine Bleioxydverbindung angewendet hatte, mit Kalilauge. Erst wenn aller Quarz herausgeschafft ist, welches gewöhnlich ganz leicht geschieht, kann sie mit einem unwickelten Drahte ausgewischt werden.

Ich kehre nun zu der Analyse des Stärkmehls zurück. Die Resultate dreier Versuche waren folgende:

	I.	II.	III.	Mittel.
Kohlenstoff	44,373	44,672	43,242	44,095
Wasserstoff	6,316	6,360	6,756	6,477
Sauerstoff	49,311	48,968	50,002	49,428

Es wurde nun von dem nämlichen Stärkmehl eine hinlängliche Probe in Zucker verwandelt. 80 Theile desselben im lufttrocknen Zustande gewogen, wurden mit ungefähr 160 Th. Wasser angerührt und in eine kochende Mischung von 160 Th. Wasser und 4 Th. Schwefelsäure langsam eingetragen, so daß nie ein Coaguliren entstand, sondern die eingetragene Portion sich sogleich klar auflöste. Sogleich nach dem Eintragen wurde eine kleine Probe der Flüssigkeit mit kohlensaurem Baryt gesättigt und von dem schwefelsauren Baryt abfiltrirt. Sie gab nun, mit Jodkalium und einem Tropfen rauchender Salpetersäure vermischt, deutlich die blaue Färbung, welche dem Stärkmehl durch Einwirkung des Jods zukommt. Nach zwei Stunden lang fortgesetztem Kochen der Mischung in einem Kolben, und der Vorsicht, daß nur der Boden desselben erhitzt werden konnte, zeigte die Flüssigkeit immer noch, wie anfangs, eine geringe Trübung. Da diese sich nicht zu vermindern schien, so filtrirte ich die Flüssigkeit. Auf dem Filtrum blieb eine sehr geringe Menge einer gallertartigen Masse, welche, nach dem Auswaschen, sich in Kalilauge schwer auflöste; die Auflö-

sung gab, mit Salzsäure gesättigt, bei gelindem Erwärmen einen flockigen Niederschlag, mit Jodkalium und rauchender Salpetersäure versetzt, entstand eine deutliche Färbung, wie von Stärkmehl. Die Menge dieser Substanz betrug sehr wenig, und konnte nicht bestimmt werden.

Die filtrirte Hauptflüssigkeit schien kein Stärkmehl mehr zu enthalten. Eine Probe derselben gab, nach der Sättigung mit kohlensaurem Baryt, mit Jodkalium und Salpetersäure versetzt, eine blutrothe Färbung, genau so wie eine Gegenprobe von eigentlichem Stärkgummi. Die Flüssigkeit wurde nun noch sieben Stunden lang anhaltend gekocht unter Ersetzen des verdunstenden Wassers. Jetzt gab eine Probe derselben mit Alkohol keine merkliche Trübung, eine andere mit kohlensaurem Baryt gesättigt, filtrirt, und mit Jodkalium und Salpetersäure vermischt, erhielt dadurch eine weingelbe Färbung, gleich einer eben so behandelten Gegenprobe von Stärkzucker. Die Flüssigkeit wurde nun noch warm mit kohlensaurem Baryt gesättigt, wobei sich ein geringer Schaum wie von Pflanzeiweiß absonderte, der durch das Filtrum zugleich mit dem kohlensauren Baryt aus der Flüssigkeit entfernt wurde. Diese mit Knochenkohle von der schwach weingelben Farbe befreit und zur Syrupconsistenz verdampft, gab nach einigen Tagen körnige Krystalle, und verwandelte sich zuletzt ganz in körnig krystallinischen Zucker.

Um nun die Menge des erhaltenen Zuckers mit derjenigen des verwandten Stärkmehls vergleichen zu können, wiederholte ich diese Bereitung mehrere Male auf die oben beschriebene Art. Das Stärkmehl wurde genau gewogen, und zugleich eine besondere Probe desselben, welche hierauf unter der Luftpumpe vollständig ausgetrocknet wurde, und durch ihre dabei erlittene Gewichtsabnahme die wahre Menge des zur Zuckerbereitung verwandten Stärkmehls im trocknen Zustande be-

rechnen liefs. Die erhaltene Menge des Stärkzuckers wurde dadurch bestimmt, dafs von der erhaltenen kry- stallisirten Masse eine gewogene Probe in Wasser gelöst und mit Holzkohlenpulver eingetrocknet wurde, wie ich es früher (Bd. XXVI) beschrieben habe. Hiedurch wur- den folgende Resultate erhalten:

100 Stärkmehl gaben	106,82 trocknen Zucker
	108,30
	106,239
	106,711
im Durchschnitt	107,01.

Man könnte sich veranlaßt finden, um die Zusammen- setzung des Stärkzuckers zu erfahren, aus diesem Ergeb- nisse und der vorhergegangenen Analyse des Stärkmehls dieselbe durch Berechnung abzuleiten. Dieses setzte je- doch voraus, dafs das Stärkmehl vollkommen frei von Pflanzeneiweifs, und dafs die angewandte Bestimmungs- methode der Menge des erhaltenen Stärkzuckers hinläng- lich scharf wäre, um höchstens 1 Proc. Beobachtungsfeh- ler zu geben. Bei öfterer Wiederholung überzeugte ich mich jedoch, dafs dieses sich nicht so verhält, und da bei allen analytischen Methoden jeder Fehler der Analyse auf den Sauerstoff, der nur als Rest bestimmt wird, zu- rückfällt, so ist der immer mögliche Irrthum viel zu grofs. Es kann daher jenes Ergebnifs über die Menge des pro- ducirten Zuckers nur als ein annäherndes und etwa in praktischer Rücksicht brauchbares betrachtet werden.

Zur directen Analyse des Stärkzuckers suchte ich zunächst denselben, durch Behandlung in mäfsiger Wärme, in durch Schwefelsäure getrockneter Luft auf einen con- stanten Grad von Trockenheit zu bringen. Allein meh- rere Analysen mit solchergestalt getrockneten Proben an- gestellt, gaben Resultate, welche zwar bei Anwendung der nämlichen Probe genau zusammenstimmten, bei ver- schiedenen aber zu sehr von einander abwichen, um ei-

nen bestimmten Schlufs zu gestatten. Das Nämliche zeigte sich, als ich Stärkzucker analysirte, dessen Feuchtigkeitsgrad durch Austrocknung mit Kohlenpulver bestimmt worden war.

Ich war bereits Willens diese Untersuchung aufzugeben, als mir die Beobachtung Calloud's ¹⁾ einfiel, welcher gefunden hatte, dafs der Harnzucker mit Kochsalz eine krystallisirbare Verbindung eingeht. Da die meisten neuen Schriftsteller diesen Zucker mit dem Stärkzucker für identisch halten, so versuchte ich diese Verbindung zu erhalten, um daraus sowohl eine procentische Analyse, als ein Atomverhältnifs für den Stärkzucker abzuleiten. Calloud fand dieselbe aus 8,3 Kochsalz und 91,7 Harnzucker bestehend. Aus Traubenzucker erhielt er eine der Form nach ganz ähnliche Verbindung, welche bei der Analyse 30 Kochsalz auf 90 Traubenzucker gab.

Nach einigen Versuchen gelang es mir diese Verbindung zu erhalten. Löst man nämlich in einer mäßig concentrirten wässrigen Auflösung von Stärkzucker Kochsalz bis zur Sättigung auf, und unterwirft die Auflösung der Verdunstung bei gewöhnlicher oder nur sehr wenig erhöhter Temperatur, so scheidet sich anfangs blofs Kochsalz aus. Bei fortgesetztem Abdampfen entstehen auf dem Boden der Schale Krystalle, die sich sowohl durch ihre Gestalt, als durch ihre gröfsere Härte leicht von den Kochsalzkrystallen unterscheiden lassen. Durch Umkrystallisiren erhält man dieselben leicht vollkommen rein und frei von eingemengtem Kochsalz.

Ihre Gestalt ist eine 6seitige Doppelpyramide:

horizontale Axe: Hauptaxe 1 : 1,83

Polkante 126° 16'

Mittelkante 128 40 ²⁾.

1) *Journal de pharmacie*, XI p. 562.

2) Diese Messung verdanke ich Hrn. Studer. Dieselbe stimmt mit der von Marx (*Schweigg. Journ.* LIII S. 475) angegebene.

Sie waren vollkommen farblos, hart, ließen sich jedoch leicht zu Pulver reiben. Der Geschmack war ganz derjenige von Zucker mit Kochsalz gemischt. Nachdem sie zerrieben und durch Pressen zwischen Papier von der anhängenden Mutterlauge so gut als möglich befreit waren, verloren sie beim Trocknen auf warmem Sande unter der Luftpumpe nur ein Unmerkliches an Gewicht, ohne Zweifel noch anhängende Feuchtigkeit. In Wasser lösten sich die Krystalle desselben leicht auf, dagegen äußerst schwer in Alkohol von 96 Proc. ¹⁾).

Die Zusammensetzung der Verbindung wurde dadurch bestimmt, daß vollkommen getrocknete Proben der fein zerriebenen Krystalle von 1 bis 2 Grm. auf einem Platinschälchen über der Weingeistlampe verbrannt wurden. Die erhaltene Kohle mit Wasser ausgezogen, diese Auflösung filtrirt, zur Trockne verdampft, gab als Rückstand das Kochsalz, welches vorsichtig zum anfangenden Glühen erhitzt und nach dem Erkalten gewogen wurde. Auf solche Art wurden aus 100 Th. der Verbindung folgende Mengen von Kochsalz erhalten:

I. 13,484

II. 13,560

III. 13,786

IV. 13,490

V. 13,443

Mittel 13,552.

Zu den drei ersten Analysen dienten Proben von der nämlichen Bereitung, IV und V wurden mit zwei besonders bereiteten Krystallisationen erhalten ²⁾).

nen sehr nahe zusammen. Marx hatte die Verbindung aus Rosinen bereitet.

1) Hierin stimmt meine Erfahrung mit der Angabe Calloud's nicht überein, welcher seine Krystalle als leicht auflöslich im wasserfreien Alkohol angibt.

2) Calloud fand in den aus Harnzucker bereiteten Krystallen:

Zucker 91,7

Kochsalz 8,3.

Es wurden nun mehrere Analysen dieser Verbindung durch Verbrennen derselben in Sauerstoffgas, unter Anwendung der oben beschriebenen Methode, gemacht. Zu jeder Operation wurde 0,2 bis 0,25 der trocknen Verbindung genommen, und 10 bis 12 Grm. Quarz ¹⁾. Dieselbe wurde so lange fortgesetzt, bis der Quarz wieder vollkommen weifs erschien. Folgendes sind die erhaltenen Mengen von Kohlenstoff und Wasserstoff aus einer Quantität der Verbindung, welche 100 Th. Stärkzuckers entspricht:

K. 39,920 40,395 40,632 40,027 40,586 40,640 41,039 40,556 40,274
 W. 6,827 6,729 6,785 6,719 6,866 6,282 6,554 6,700 6,925

Mittel: K. 40,452

W. 6,709

S. 52,839

100,000.

Dieses Ergebniss stimmt mit der Formel H^2CO oder CH sehr nahe zusammen. Diese giebt bei der Berechnung auf 100 Theile:

K. 40,46

W. 6,65

S. 52,89.

Es wäre diesem nach der Stärkzucker ein einfaches

Diejenigen aus Traubenzucker gaben:

Zucker 75

Kochsals 25.

- 1) Hier bewies sich die Anwendung der weiten Verbrennungsröhre als besonders vortheilhaft. In einer engen gelingt die Verbrennung sehr unvollkommen, wie denn überhaupt der Stärkzucker zu den am schwersten zu verbrennenden Substanzen gehört. Um die Resultate meiner Analyse zu controliren, versuchte ich von den nämlichen Krystallen einige Proben auf die gewöhnliche Art mit Kupferoxyd zu analysiren; allein obgleich ich eine grosse Menge der letzteren anwandte und die Röhren bis nahe zum Zusammenschmelzen erhitzte, so blieb immer eine bedeutende Menge von Kohle unverbrannt.

Kohlehydrat! — Geht man nun, um die absoluten Mengen der Atome zu bestimmen, von der Kochsalzverbindung aus, und nimmt dieselbe aus 1 Atom Stärkzucker und 1 Atom Kochsalz gebildet an, ohne Wasser, so giebt die Berechnung, nach der oben angegebenen Zusammensetzung des Stärkzuckers, für seine wahren Bestandtheile die Formel $H^{50}C^{25}O^{25}$; denn nach diesen Verhältnissen würden 100 der krystallisirten Kochsalzverbindung 13,443 Kochsalz enthalten, nämlich:

$$\begin{array}{rcl}
 Cl & = & 442,650 \\
 Na & = & 290,897 \\
 \hline
 NaCl & = & 733,547 \\
 & & 4732,915.
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{rcl}
 H^{50} & = & 311,990 \\
 C^{25} & = & 1010,925 \\
 O^{25} & = & 2500,000
 \end{array}$$

1 Atom der Verbindung = 5456,462, und:

$$5456,462 : 733,547 = 100 : x$$

$$x = 13,443$$

welche Zahl von der oben gefundenen (13,552) nur wenig abweicht, und mit dem einen Versuche vollkommen zusammentrifft.

Es bleibt nun noch die Frage zu beantworten: ob der Stärkzucker mit dem Traubenzucker, Honigzucker und Harnruhrzucker identisch sey? Die neueren Schriftsteller scheinen dieses als ausgemacht anzusehen. Das abweichende Verhalten derselben in ihren Verbindungen mit Kochsalz, wie es Calloud beschreibt, indem er sowohl die Mischungsverhältnisse dieser Verbindungen, als auch ihre Auflöslichkeit in Alkohol verschieden fand, lassen einige Zweifel übrig, welche durch Versuche leicht gelöst werden könnten. Besonders interessant wäre dieses in Bezug auf den Harnruhrzucker. Leider konnte ich mir bis jetzt keinen solchen verschaffen, da diese Krankheit bei uns fast nie vorkommt.

Was nun endlich die Erklärung der Bildung des Stärkzuckers aus dem Stärkmehl anbelangt, so läßt sich diese immer noch nicht genügend aus dem Vorhergehenden

den ableiten. Besteht nämlich das Stärkmehl, nach Berzelius, aus $C^7H^{13}O^6$, so ergibt sich, dafs es, um in Stärkzucker überzugehen, 1 At. Kohle und 1 At. Wasserstoff abzugeben, oder 1 At. Sauerstoff und 1 At. Wasserstoff aufzunehmen habe. Da aber die neueren Untersuchungen seine zusammengesetzte Structur wohl aufser Zweifel gesetzt haben, so wird auch seine chemische Zusammensetzung nicht mehr durch eine Formel bezeichnet werden können; und die vollständige Kenntnifs jener Zuckerbildung wird erst durch genaueres Studium seiner näheren Bestandtheile erlangt werden können.

Wiederholte Analyse des Rohrzuckers, Man- nazuckers und Milchzuckers.

Im Zusammenhange mit oben beschriebener Untersuchung sah ich mich veranlaßt auch den *Rohrzucker* einer neuen Analyse zu unterwerfen, mehr in der Absicht, die angewandte Verbrennungsmethode dadurch zu prüfen, als in der Hoffnung neue Resultate zu erhalten, obgleich denn auch die Abweichungen der hierüber vorhandenen Angaben eine solche Wiederholung nicht für ganz überflüssig erscheinen liefs.

Ich wandte hiezu vollkommen weissen englischen Rohrzucker an, wie derselbe als Luxusartikel, unter der Benennung *Canarienzucker*, im Handel vorkommt. Er wurde zum Ueberflufs noch einmal in Wasser gelöst, und die klar filtrirte vollkommen farblose Auflösung durch behutsames Verdampfen krystallisirt. Eine Probe der erhaltenen Krystalle, vollkommen ausgetrocknet und zerrieben, hinterliefs, beim Verbrennen auf einem Platinschälchen, ziemlich genau 0,001 ihres Gewichts Asche, die sich als Kalk mit einer Spur von Eisenoxyd verhielt. Es wurden nach der oben beschriebenen Art zwei Analysen gemacht, welche folgende Verhältnisse geben:

	I.	II.	Mittel.	Berzelius.	Gay-Luss. u. Thénard.
Kohle	42,099	42,389	42,244	42,225	42,47
Wasserstoff	6,561	6,269	6,415	6,600	6,90
Sauerstoff			51,341	51,175	50,63
			100,000.		

Mannazucker, auf die bekannte Art bereitet, und durch mehrmaliges Auflösen in Alkohol und mit thierischer Kohle vollkommen gereinigt, wurde zerrieben, getrocknet und der Verbrennung in Sauerstoffgas unterworfen. Es wurden folgende Resultate erhalten:

	I.	II.	III.	IV.	Mittel.
Kohle	40,783	39,677	40,402	39,476	40,084
Wasserstoff	7,100	7,543	7,961	7,513	7,529
Sauerstoff					52,387
					100,000.

Dieses Verhältniß kommt dem von Oppermann gefundenen am nächsten, weicht aber von den Angaben der übrigen ziemlich ab, wie man aus folgender Zusammensetzung sieht:

	Prout ¹⁾ .	Saus- sure ²⁾ .	Henry und Plisson ³⁾ .	Oppermann ⁴⁾ .
Kohlenstoff	38,7	38,53	38,770	40,752 — 40,327
Wasserstoff	} 61,3	7,87	8,487	7,843 — 7,728
Sauerstoff		53,60	52,743	51,405 — 51,945

Da man noch keine constante Verbindung des Mannazuckers mit einem unorganischen Körper kennt, so kann man die Atom-Quantitäten seiner Bestandtheile nicht

1) *Philos. trans.* 1827, II p. 384 (bei 100° getrocknet).

2) *Bibl. britannique*, LVI p. 351.

3) *Journal de pharmacie*, XVII p. 448.

4) *Annalen*, Bd. XXIII S. 445.

bestimmen. Bekanntlich hat sie Oppermann vorläufig auf $C^4H^8S^4$ berechnet, welches geben würde:

Kohle	40,13
Wasserstoff	7,37
Sauerstoff	52,50.

Milchzucker, aus käuflichem, bereits ziemlich reinem durch zweimaliges Umkrystallisiren in vollkommen weissen Krystallen dargestellt, und im fein zerriebenen Zustande genau getrocknet, wurde auf gleiche Weise zer setzt. Es wurden folgende Verhältnisse erhalten:

			Mittel.
Kohlenstoff	40,092	40,783	40,437
Wasserstoff	6,656	6,767	6,711
Sauerstoff	53,252	52,450	52,852.

Es geht hieraus hervor, daß der Milchzucker die nämliche procentische Zusammensetzung habe wie der Stärkzucker. Ob er mit demselben als isomerisch zu betrachten sey, muß durch Auffindung seiner Atomverhältnisse erforscht werden.

X. Ueber die Zusammensetzung des Oels aus Kartoffelbranntwein (des Fuselöls), von J. Dumas.

(*Ann. de chim. et de phys. T. LVI p. 314*).

Jedermann weiß, daß der Korn- wie der Kartoffelbranntwein einen Geruch und Geschmack besitzt, den man mit dem Namen *Fusel* bezeichnet, und den man durch unzählig viele Mittel zu heben gesucht. Das einzige erfolgreiche ist meines Wissens die Rectification des Branntweins. Eigentlichen Alkohol kann man daraus so rein gewinnen, daß er weder den unangenehmen Geruch noch Geschmack des Branntweins besitzt.

Es wäre sehr überflüssig hier die Meinungen über die Ursache dieses Geruchs zu wiederholen, da sie sich doch durch die besten Beobachtungen als unhaltbar erwiesen haben. Gegenwärtig weiß man, daß ein eigenthümliches Oel, welches sich bei der Rectification jener Branntweine absondert, wahrscheinlich die Ursache des Geruchs und Geschmacks derselben ist.

Scheele hat zuerst das Daseyn dieses Oels im Kornbranntwein nachgewiesen. Er hat gesehen, daß es sich in der Kälte daraus abscheidet, und daß es, für sich dargestellt und in reinem Weingeist gelöst, diesen verunreinigt.

Fourcroy und Vauquelin haben gezeigt, daß dieses Oel keinesweges, wie man bis dahin geglaubt hatte, bei der Gährung erzeugt werde, sondern, z. B. in den Gerstenkörnern, fertig gebildet vorhanden sey, da diese, nach Auswaschung mit Wasser bis zur Erschöpfung, ihr Oel an reinem Weingeist abtreten.

In neuerer Zeit ist Hr. Payen in sofern weiter gegangen, als er das Organ ausgemittelt, welches, wenigstens in den Kartoffeln, der Sitz dieses Oeles ist. Es ist das Satzmehl und bloß die Hülle dieses Satzmehls ¹⁾, welches dieses Oel einschließt.

In Betreff der Natur dieses Oels finden sich bei den Beobachtern Meinungsverschiedenheiten, welche sich durch die Natur der untersuchten Producte erklären lassen müssen.

Die, welche Gerstenbranntwein behandelten, bekamen ein krystallisirbares Oel, welches sich nur schwierig verflüchtigen liefs, sich bei der Destillation mehr oder weniger veränderte, und endlich so fettig wurde, daß es auf Papier einen bleibenden Fettfleck machte, Kennzeichen mehr eines fetten als eines ätherischen Oels.

Hr. Pelletan, der das Oel aus dem Kartoffelbranntwein

1) Annalen, Bd. XXXII S. 192.

wein untersuchte, schreibt ihm ganz andere Eigenschaften zu. Er fand an demselben alle Kennzeichen eines wahrhaft ätherischen Oels, und es schien ihm in vielen Stücken sich durch seine Reactionen selbst dem Alkohol zu nähern.

Dieses letzteren Umstands wegen hatte ich mir längst eine Gelegenheit gewünscht, das Oel untersuchen zu können, denn mehr wie Jemand suche ich mir richtige Vorstellungen über die mit dem Alkohol und Aether verknüpften Thatsachen zu verschaffen. Ich habe daher eine, von Hrn. Dubrunfaut in seiner Brennerei sorgfältig abgeschiedene Probe dieses Oels mit Fleiß untersucht.

Wie ich es erhielt, war dießes Oel stark rothgelb und von höchst unangenehmem Geruch. Athmet man lange eine damit beladene Luft ein, so empfindet man Uebelkeiten und Kopfweh.

Unter den Körpern, deren Einwirkung auf das Oel ich studirt habe, änderte das kohlensaure Kali am meisten die Eigenschaften desselben. Mit gewöhnlicher Pottasche destillirt, nimmt es einen Fruchtgeruch an, ähnlich dem des Salpeteräthers oder der Reinetteäpfel.

Im rohen Zustande enthält das Oel, wiewohl es anscheinend unlöslich im Wasser ist, noch eine sehr große Menge Alkohol. Um es davon zu befreien, kann man die Ungleichheit seiner Flüchtigkeit mit der des Alkohols benutzen. Unterwirft man nämlich das rohe Oel einer gemäßigten Destillation, so erhält man einen Rückstand, der bei 130° oder 132° C. siedet. Diesen stellt man bei Seite, zieht nun die ersten Producte abermals ab, sammelt die mittleren Producte und destillirt die letzteren wiederum mit Vorsicht, wodurch man daraus noch eine neue Dosis von einem, bei 130° oder 132° siedendem Oele darstellen kann.

Das so erhaltene Oel, für sich mit Vorsicht rectificirt, liefert endlich ein homogenes Product, welches bei

131°,5 siedet, klar und farblos ist, und einen eigenthümlichen ekelhaften Geruch besitzt. Es besteht aus Kohle, Wasserstoff und Sauerstoff, in Verhältnissen, welche einige Verwandtschaft zwischen ihm und der Familie des Alkohols und der Aether anzudeuten scheinen. Wahrscheinlich gehört aber dießs Oel blofs zu der Familie der Kampher oder der analogen ätherischen Oele.

0,268 Oel gaben 0,330 Wasser und 0,672 Kohlensäure — 0,372 Oel gaben 0,457 Wasser und 0,923 Kohlensäure. Hieraus ergeben sich die Zahlen:

	I.	II.
Kohle	69,3	68,6
Wasserstoff	13,6	13,6
Sauerstoff	17,1	17,8
	100,0	100,0.

Da dießs Oel ganz regelmäfsig siedet, nahm ich die Dichte seines Dampfs. Sie erwies sich bei verschiedenen Versuchen constant. Einer derselben gab folgende Resultate:

Temperatur des Dampfs = 177° C.; Barometerstand = 0,764; Lufttemperatur = 14° C.; Gewichtsüberschufs des dampfvollen über den luftvollen Ballon = 0,432 Grm.; Rauminhalt des Ballons = 349 C. C.; Luftdruckstand im Dampf = 0;

Gewicht eines Liter Dampf = 4,089 Grm.; Dichtigkeit des Dampfs = 3,147.

Alle diese Resultate führen zu der Formel $C_5H_{12}O$ welche giebt:

	Gewichtsbestandtheile.		Dampfdichte.
C_5	382,6	68,6	4,2160
H_{12}	75,0	13,6	0,8256
O	100,0	18,0	1,1026
	557,6	100,0	6,1442 = 2 × 3,0721

Jedes Maafs Dampf enthält demnach $C_5H_{12}O$, was dießs Oel in die Kampherfamilie bringt. Das von Hrn. Pelletan untersuchte enthielt noch Alkohol.

XI. Neue Beiträge zu Chladni's Verzeichnissen von Feuermeteoriten und herabgefallenen Massen. Neunte Lieferung;

von K. E. A. v. Hoff.

(Die achte findet sich in den Annalen, Bd. XXIV S. 221.)

I. Nachträge zu dem Verzeichnisse herabgefallener Massen.

822. **Sabellicus**, *Rhaps. Hist. Enn.* 8 L. 9, hat bei dem angeführten Jahre folgendes: „*In Sazonia aliquot millibus passum terra in speciem aggeris intumuit, terra horrende mota est, quo tremore villae et agrestia aedificia coelesti igne deflagrarunt. Lapides grandine mixti e coele lapsi creduntur.*“

Zwischen 999 und 1030 fiel in der Provinz *Dschordschan* auf der Ostküste des Caspischen Meeres ein Stück Eisen, 150 *Men* schwer mit einem seltsamen Geräusch aus der Luft. Man versuchte vergebens ein Schwert daraus zu schmieden. — Wilken aus einer in der Königl. Bibliothek zu Berlin befindlichen persischen Handschrift. S. diese Annalen, Bd. 26 (102) S. 350.

1601 am 28. September nach Sonnenuntergang ist gegen den *Westrich* zu, im *Hanau-Lichtenbergischen*, ein greulicher Haufen Feuer vom Himmel gefallen. — *Joh. Mich. Beuther, Compendium terraemotuum etc. Straßburg. 1601. 4.*

1621. Im sechzehnten Jahre der Regierung des Padischah *Dschehangir* erhob sich, wie überliefert wird, in einer Gegend von *Dschakinder* (ein nördlicher Bezirk von Indien) um die Morgenzeit von Osten her ein heftiges Geräusch, und in derselben Zeit sah man etwas Helles wie einen Blitz herabfallen, welches verschwand. — *Mohammed Said* aber, der Statthalter

dieser Gegend befahl an diesem Ort nachzugraben; worauf ein Stück heissen Eisens zum Vorschein kam, welches unter Siegel an den Hof befördert wurde; und der Padischah Dschehangir gebot dem Meister David daraus Schwert und Dolch zu verfertigen. Als dieser jedoch vorstellte, daß dieses Eisen unter dem Schmiedehammer nicht Stand halten würde, sondern dessen Bearbeitung nur möglich seyn würde, wenn man es mit anderem Eisen vermischte, so wurde eine solche Mischung angeordnet, und man mischte drei Theile von dem Eisen des Blitzes mit Einem Theile von anderem Eisen. Davon wurden zwei Schwerter, ein Dolch und ein Messer verfertigt, welche im Schneiden und Verwunden den tüchtigsten Schwertern gleich kamen. Die Masse derselben war vortrefflich, obgleich sie keine Aehnlichkeit hatte mit der Masse unserer Schwerter. — Wilken, aus einem um 1723 geschriebenen persisch. Mscr. in der Königl. Bibliothek zu Berlin. — S. diese Annalen, Bd. XXVI (102) S. 351).

1818, ohne Angabe des Tages, ereignete sich ein Meteorsteinfall in *Macedonien*. Der Ort ist ebenfalls nicht angegeben; aber ein Stück des Steines ist der Versammlung der Naturforscher in Wien im J. 1832 vorgelegt worden, wobei man vorzüglich auf die sich auf der Oberfläche auch anderer Meteorsteine zeigenden rundlichen Vertiefungen aufmerksam gemacht hat, die man Eindrücken von Fingern vergleicht. Es ist dieses dieselbe Meteormasse, deren schon in der siebenten Lieferung (diese Annalen, Bd. XVIII (94) S. 190) gedacht worden ist, wo man auch das Ergebniss der von Berzelius vorgenommenen Zerlegung derselben findet. Chladni (Feuermeteore, S. 167) beschreibt ein großes Feuermeteor, das am 31. October 1818 zu *Mehadia* im *Bannate*, und auch zwischen *Yassi* und *Bucharest* gesehen worden ist. Sollte dieser vielleicht den Macedonischen Meteorsteinfall begleitet haben. *Mehadia* ist zwar über 40

Meilen und Bucharest über 60 von der Nordgränze Macedoniens entfernt, aber dennoch könnte bei der planetarischen Geschwindigkeit des Laufs der Feuermeteore dieses mit dem Steinfall in Macedonien eine und dieselbe Begebenheit gewesen seyn. — Isis von Oken, 1833, H. 4 bis 6 S. 479.

1828 im Mai, bei *Tscheroi*, zwischen *Krajowa* und *Widdin*, fiel bei Orcan und Hagel ein Stein aus der Luft vor den Augen des Fürsten Peter Gortschakoff. Ein Stück davon, $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser, hat Herr R. Hermann untersucht und es für dichten Muriacit (Anhydrit) erkannt (S. diese Annalen, Bd. XXVIII S. 574). — Die äusseren Flächen dieses Steins von krystallinischer Structur, zeigten sich convex, uneben, rauh, unrein weifs mit gelblichen Flecken. Auf dem Bruche war er weifs und feinsplittig, an den Kanten durchscheinend, nicht sonderlich schwer, nicht magnetisch; zwischen den Zähnen leicht zu zermalmen. Die vorgenommene Prüfung ergab, dafs der Stein aus schwefelsaurem Kalk mit Spuren von Kochsalz und einer brennbaren Substanz bestehe, folglich Anhydrit sey (Leonhard und Bronn, Neues Jahrb. für Mineralogie etc. 1833, S. 714). So lauten wörtlich die bekannt gewordenen Berichte, denen noch hinzugefügt wird, dafs in der Gegend, in welcher dieser Stein gefallen seyn soll, es keine solche Steinart gebe, sondern der nächste Fundort derselben das fast 100 Meilen davon entfernt liegende *Wieliczka* sey. Ein Steinfall scheint hier beglaubigt zu seyn, aber ob ein Meteorsteinfall?

1831 Ohne Angabe des Tages, soll zu *Vouillé*, im französischen Departement *de la Vienne*, ein Meteorstein gefallen seyn, von welchem, im Namen des Ministers des Handels, der Academie zu Paris am 12. September Bruchstücke vorgelegt worden seyn sollen. Der Stein hat, dem Berichte zufolge, 20 Kilogrammen (über 40 Pfund) gewogen, und beim Niederfallen ein Loch

von 40 Decimeter (über 12 Fufs) Tiefe geschlagen. — Von diesem, dem Anscheine nach, sehr merkwürdigen Steinfall habe ich in französischen Journalen keine Nachweisung finden können; die einzige Quelle, aus der ich die hier gegebene Nachricht geschöpft habe, ist die *Biblioteca Italiana*, T. LXIV (1831) p. 401.

1831 am 9. September zwischen 3 und 4 Uhr Nachmittags, bei Wessely, im Hradischer Kreise von Mähren, fiel bei heiterem Himmel, nach einem heftigen Winde, unter Donnerschlägen und einem sausenden Getöse, ein Meteorstein auf ein Feld vor zwei Augenzeugen: Diese hoben denselben bald nach dem Falle auf, und fanden ihn nach Rauch riechend und warm. Er wog $6\frac{1}{2}$ Pfund, und soll nach Wien in das Kaiserliche Mineralien-Cabinet gebracht worden seyn. — (Froriep's Notizen, No. 701 (Bd. 32 19) S. 298. — Eine andere Nachricht setzt diesen Steinfall in den December desselben Jahres. (Allgemeine Zeitung, 1831, außerordentliche Beil. No. 84. und 85. S. 337; in einem neuen Ausbieten des Chladni'schen Werks, citirt Wiener Zeitung, 1831, No. 11.) Der 9. September ist indessen die richtige Angabe. S. Isis von Oken, 1833, H. 4—6 S. 479. Das Ausführliche von diesem Steinfall enthält Baumgartner's Zeitschrift, 1832, Bd. I S. 193.

1833 16. Julius. Im Gouvernement Tobolsk, bei dem Dorfe Nachratschinsk, Nachmittag zwischen 3 und 4 Uhr zog sich eine Gewitterwolke zusammen, aus welcher, bei sehr starkem aus Westen kommenden Sturme und heftigem Regen und Hagelschauer, Eisstücke von der Gröfse der Gänseeier, und mit diesen auch kleine viereckige Steine von der Gröfse eines Quadrat-Werschoks herabfielen, welche sämtliche Fenster des Dorfes zerschlugen und auf dem Lande vielen Schaden thaten. Das genannte Dorf ist 300 Werst von Tobolsk entfernt. — Berlin. Spen. Zeitung, 1833, No. 234. — Ausführlich in der Gothaischen Zeitung, 1833, No. 212.

1833 25. November Abends, Meteorsteinfall in *Mähren*, 1 Stunde von *Blansko*, nördlich von *Brünn* und südlich von *Boskowitz* gelegen. Ein sehr großes, die Nacht erhellendes Feuermeteor wurde gesehen in *Brünn*, *Posoritz*, *Butschowiz*, *Austerlitz*, *Sokolnitz*, *Boskowitz*, *Raiz*, *Lissiz*, *Tischnowiz* und anderen dazwischen, auf einem Flächenraum von 70 bis 80 Quadratmeilen liegenden Orten. Ihm folgte ein anhaltendes rollendes, dem Donner ähnliches Getöse in der Höhe. In den in der Mitte der angegebenen Gegend liegenden Theilen hatte man einen feurig glänzenden Körper am Himmel ziehen sehen; der, anfangs klein, sich mit reissender Geschwindigkeit vergrößerte, so daß er bald an Umfang dem Vollmonde, dann einer Tonne und endlich einem ganzen Hause gleichzukommen schien. Auf der Postlinie von *Lipuwka* bis *Goldenbrunn* (etwas westlich von *Blansko*) steigerte die Stärke des Phänomens sich so sehr, daß man glaubte, ganze Feuermassen wie Wolken vom Himmel niedersteigen zu sehen. Der Lichtglanz war so außerordentlich intensiv, daß ihm das Auge kaum auszubalten vermochte; Menschen fielen betend auf die Knie, und Pferde wurden scheu. Man wollte an mehreren Orten feurige Streifen, einem Feuerregen ähnlich, zum Erdboden niedergehen gesehen haben, aber den Fall eines festen Körpers hatte Niemand wahrgenommen. Den ausdauernden Bemühungen des Dr. *Reichenbach* in *Blansko* gelang es endlich, nach eiltägigen Nachforschungen, 1 Stunde von seinem Wohnorte am Saume eines Waldes, den ersten frisch gefallenen Meteorstein aufzufinden, und am folgenden Tage wurden ihrer noch zwei gefunden. Ein mit diesem Meteor verbunden gewesener wirklicher Steinfall oder gar Steinregen scheint daher außer Zweifel gesetzt zu seyn. — *Allg. Zeitung.* — *Allg. Anzeiger der Deutschen*, 1834, No. 15 S. 186. — *Leonhard und Bronn*, Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1834, S. 125. — *Baumgartn. Zeitschr.* Bd. III S. 73.

Folgende Nachricht las man in der *Berliner Spe-
nerschen Zeitung*, 1834, No. 23. — 1834 1. Januar 5
Uhr M. wurde der Zeugmacher Möbius in *Zeitz* durch
einen Knall in seinem Hofe aufgeschreckt. Ein Meteor-
stein, $10\frac{1}{2}$ Pfund schwer, war gefallen, und hatte ringsum
Splitter verstreut, die silberartig glänzten. Die Masse
gleicht dem Marienglase, besitzt jedoch einen höheren
Silberglanz. Sie besteht durchgängig aus dünnen zähen
Blättchen. — Dieser Vorfall scheint etwas anderes als
ein Meteorsteinfall zu seyn. — Vielleicht beruht die ganze
Nachricht auf einem Scherze. Das Probestück von die-
sem angeblichen Meteorstein, welches zu erhalten mir erst
nach langem Nachforschen gelungen ist, besteht aus ei-
nem grobkörnigen Granit mit grossen Partien von silber-
weissem grofsblättrigen Glimmer, und sehr frischem glän-
zenden Quarz.

II. Nachrichten von Gediegen-Eisen-Massen, die für meteorisch zu halten sind.

Bei *Bohumilitz* im *Prachimer Kreise Böhmens* wurde
im September 1829 eine Masse von Meteoreisen gefun-
den, welche, nach der dicken Masse von Oxyd, womit
der Metallkern überzogen ist, zu schliessen, mehrere Jahr-
hunderte in der Erde gelegen zu haben scheint. Die
Masse wog, als sie noch ganz war, 103 Pfund. Jetzt
befindet sich der grösste Theil davon im Nationalmuseum
zu Prag, und ein kleinerer in Wien. Sie unterscheidet
sich von anderen meteorischen Eisenmassen durch den
Umstand, dafs sie mit Adern von Graphit mit Magnetei-
sen gemengt durchzogen ist, und dafs ihr Gehalt an Nik-
kel den aller übrigen weit übertrifft. Die Figuren auf
den Bruchflächen haben mit denen auf dem Meteoreisen
von *Lenarto* grofse Aehnlichkeit.

Es sind von dieser Eisenmasse verschiedene Zerle-
gungen bekannt gemacht worden.

I. von Holger:

86,67	Eisen
8,12	Nickel
1,34	Eisencarbonid
0,59	Koble
0,46	Mangan
0,41	Kalium
0,15	Aluminium
0,13	Magnium
1,34	unlöslicher Rückstand.

Isis von Oken, 1831, H. 8—9 S. 903, citirt: Jahrbücher des Böhm. Nationalmuseums, Jahrg. 1830, Bd. I H. 2. — Baumgartner und Ettinghausen's Zeitschrift, Bd. IX S. 323 ').

II. von Steinmann:

94,06	Eisen
4,01	Nickel
1,12	Graphit, nebst einer noch näher zu erforschenden mineralischen Substanz
0,81	Schwefel.

Leipziger Literaturzeitung, 1830, No 266 S. 2122, citirt: eine Mittheilung an die Gesellschaft des vaterländischen Museums zu Prag.

III. von Berzelius, nach zwei verschiedenen Untersuchungsmethoden.

Erste Methode:

92,173	Eisen
5,667	Nickel
0,235	Kobalt
1,625	Unlösliches
99,700.	

Zweite Methode:

93,775	Eisen
3,812	Nickel
0,213	Kobalt
2,200	Unlösliches
100,000.	

1) Später auch Baumgartner's Zeitschr. Bd. II S 35. p. 1

In dem sich in obigen Methoden als unlöslich Ergebenen fand sich:

65,987	Eisen
15,008	Nickel
2,037	Kiesel
1,422	Kohle
14,023	Phosphor
- -	Spur von Calcium
<hr/>	
98,477.	

Die specifische Schwere war 7,146. — Diese Annalen, Bd. XXVII (103) S. 118 ¹⁾, aus den Stockholmer Abhandlungen, 1832.

Die Eisenmasse, die im J. 1831 in der Gegend von *Magdeburg* gefunden wurde, und so manchen Zweifel und Streit erregt hat, darf hier nicht unerwähnt bleiben. Man fand sie auf dem Wege von der Stadt nach dem Dorfe *Olvenstädt* vier Fufs unter der Dammerde, in mehreren einzelnen, nur wenige Schritte von einander entfernt liegenden Klumpen. Es ist nicht bekannt, dafs in dieser Gegend jemals Eisenwerke gewesen wären. Sie wurde von Mehreren für Meteoreisen gehalten, und da im J. 998 bei Magdeburg ein Steinfall sich ereignet haben soll (*Chladni*, Feuermeteore, S. 193), so glaubte man, dafs das gefundene Eisen wohl damals herabgefallen seyn könne. Untersuchungen, welche die rühmlichst bekannten HH. *Stromeyer* und *Hausman* mit Bruchstücken derselben vorgenommen hatten, schienen die Vermuthung des meteorischen Ursprungs zu bestätigen; und dafs von Ersterem Kupfer und Molybdän gefunden worden war, schien nur deswegen nicht dagegen zu sprechen, da derselbe angesehene Chemiker diese Bestandtheile schon früher in anderen Meteormassen entdeckt hatte. (*Götting. Anzeigen*, 1832, No. 77. — Diese Ann. Bd. XXIV (100) S. 657.)

Als aber Proben dieser Eisenmasse den im J. 1832 zu Wien versammelten Naturforschern vorgelegt, und

1) Auch Ann. Bd. XXXIII S. 148.

auf deren Ersuchen durch den Bergrath Wehrle aus Schemnitz auf chemischem Wege geprüft worden waren, erhoben sich Zweifel gegen den meteorischen Ursprung derselben. Es hatten sich darin auf 145 Pfund Probegewicht zwei Quentchen Silber gefunden, und der Kupfergehalt der Masse wurde auf wenigstens sechs Procent geschätzt. Dieser Umstand, und die mit anderem Meteoreisen nicht ganz übereinstimmenden äußeren Kennzeichen des Magdeburger Eisens erregten bei der Versammlung nicht nur die Vermuthung, sondern selbst den Ausspruch, daß dieselbe ein Hüttenproduct sey, von der Art, welches die eben nicht feine Sprache der Feuerarbeiter mit der Benennung einer Eisensau zu belegen pflegt. (Isis von Oken, 1833, H. 4—6 S. 515. — Froriep's Notizen, No. 752 (Bd. 35 No. 4) S. 49 und 52.)

H. Stromeyer hat hierauf die Masse einer nochmaligen sorgfältigen Prüfung unterworfen, deren Ergebniss hier wiederholt darzustellen unnöthig, da von demselben ausführliche Rechenschaft gegeben ist in den Göttinger Anzeigen, 1833, No. 90 und 91 — in Schweigger-Seidel's Neues Jahrb. Bd. VIII S. 102, und selbst in diesen Annalen, Bd. XXVIII S. 551, wo man auch die Zerlegung einer gleichfalls problematischen, bei der *Rothen Hütte* am *Harze* entdeckten Eisenmasse findet.

Die Magdeburger Masse bleibt in Hinsicht ihres Ursprungs jedenfalls problematisch, und H. Stromeyer hält dafür, daß sie, wenn sie auch meteorisch gewesen wäre, aller Wahrscheinlichkeit nach später eine künstliche Schmelzung erlitten habe.

III. Nachrichten von herabgefallenen Substanzen, die von Meteorsteinen und Gediegen-Eisen-Massen verschieden sind.

Für diese Abtheilung habe ich nur eine einzige Thatsache zu berichten; das Herabfallen einer flockige Sub-

stanz von gelblicher Farbe bei dem Dorfe *Kusjanowa* unweit *Wolokolamsk*, 100 Werst von *Moskau*. Der Ursprung dieser vorher unbekannten Substanz ist dunkel. Man hat sie aus 61,5 Kohlenstoff, 7,0 Wasserstoff und 31,5 Sauerstoff bestehend, 1,1000 schwer, und den oxydirt und trocknen Oelen ähnlich gefunden, und *Uranelain* genannt. Das Ausführliche hierüber enthalten diese Annalen, Bd. XXVIII S. 566 und Leonhard u. Bronn's Neues Jahrb. f. Mineralogie, 1833 S. 714.

IV. Feuermeteore.

1831 8. December. In der Gegend von *Bath* in *England* ging ein Tagelöhner früh 5 $\frac{1}{2}$ Uhr nach *Landsdown* an seine Arbeit. Es war, nach Maafsgabe der Jahreszeit, noch ganz finster, aber plötzlich wurde es heller Tag; er sah den Himmel 1 Minute lang von einem flimmernden Scheine erglänzen, worauf es wieder so finster wurde, als es vorher gewesen war. Es schien ihm, als wären Flammen aus dem Firmament hervorgegangen. Zwischen *Frome* und *Maiden-Bradley* wurde dieselbe Erscheinung von einem Weymouther Fuhrmann wahrgenommen. Desgleichen zu *Midford* von dem Zolleinnehmer, dem es die Gestalt einer Glocke und die Höhe eines Mannes zu haben schien. Eine Viertelmeile weiter wurde es von zwei Männern gesehen, welche daran Füsse, wie die eines Menschen, gesehen haben wollten. Zu *Brislington* fuhr das Meteor mit dem Geräusche eines Wagenrades bei einem Kärner vorüber, und man fand auf seinem Wege das Gras versengt. Anderen Personen, zu *Devizes*, *Hinton* und *Milford*, erschien es bald in der Gestalt eines Menschen, bald in der eines grossen Feuers, bald in der eines Theekessels (!). Einige wollen es auf die Erde herabfahren und sich von derselben wieder erheben, Andere es an ihnen vorbeifahren gesehen haben, wobei sie vor Hitze umkommen zu müs-

sen glaubten. Es wurde noch an vielen Orten um dieselbe Zeit wahrgenommen. — Preufs. Staatszeitung, 1831, No. 356 S. 1848.

Zu den sehr merkwürdigen Erscheinungen von Feuermeteoriten gehören die in der Nacht vom 12. bis 13. November 1832 auf einem grossen Theile der nördlichen Erdhalbkugel wahrgenommenen. — An mehreren Orten sah man von 9 U. Abends, an anderen erst von Mitternacht an, an allen aber bis gegen den Anbruch des Tages unzählige Sternschnuppen den Himmel in allen Richtungen durchkreuzen, und zwischendurch eine oder mehrere Feuerkugeln von besonderer Grösse. In *Europa* ist diese Erscheinung gesehen worden: in *Odessa*, in *Suczawa* (*Bukowina*), in *Warschau*, *St. Petersburg*, *Riga*, in *Ungarn*, namentlich in den *Zempler* und *Bekeser* Gespanschaften, und um *Ofen*, dort in grosser Stärke; ferner in *Berlin*, in *Westphalen*, am *Unterrhein*, in *Belgien*, *England*, *Frankreich* und in der *Schweiz*.

Mehres von dieser, mit der vom 12. Novemb. 1799 (Chladni, Feuermeteore, S. 138) so ähnlichen Erscheinung siehe in diesen Annalen, Bd. XXIX (105) S. 447 — Nöggerath in Schweigger-Seidel's N. Jahrb. Bd. VI (66) S. 326 — über Ungarn, Oestreichsches Archiv, 1833, No. 17 S. 68, No. 20 S. 78, No. 21 S. 82.

1833 2. October Abends 7 Uhr sah man zu *Hildburghausen* ein ungewöhnlich schönes Meteor. Im Süden, ungefähr 30° über dem Horizonte, flog eine Feuerkugel mit leuchtendem Schweife schnell gegen Westen, und sprühte aus dem Schweife violblaue und rothe Funken. Ziemlich tief am Horizonte zerstieb sie ohne Geräusch. — Berlin. Spen. Zeitung, 1833, No. 239.

1833 in der Nacht vom 12. zum 13. November wurde in *Nordamerika*, von *Boston* bis *Richmond* in *Virginien*, ferner bis nach *Westindien*, wie ein von der *Havannah* in Hamburg angekommenes Schiff berichtet, eine grosse Menge von Sternschnuppen und Feuerkugeln von

verschiedener GröÙe wahrgenommen. Das Phänomen war dem vom November 1832 und dem vom J. 1799 sehr ähnlich; doch scheint es, den davon bis jetzt gegebenen Beschreibungen zufolge, noch größer und einen feurigen Regen oder Schneefall ähnlich gewesen zu seyn. — Poggend. Ann. Bd. XXXI ¹⁾ S. 159 — Das Ausland, 1834, No. 34 S. 136. — Allgem. Anzeig. 1834, S. 669.

1833 20. November 7 $\frac{1}{2}$ Uhr Morg. wurde bei *Presburg* in der zur Stadt gehörenden Aue, am jenseitigen Donauufer, im Forstdistricte am Kaisersweg, ein feuriges Meteor gesehen, das einem langen, zugespitzten, blafs feurigen, dichten Kegel ähnlich war, dessen unterer Theil einen Flammenschweif bildete, der während seines Zuges sehr lichte Feuerströme und Funken häufig umherstreute und den Forst völlig erleuchtete. Das Meteor zog von NO. nach SW., und fiel mit westwärts gerichteter Spitze, einen Bogen beschreibend, nach der Erde zu, kam aber nicht bis zu derselben herab, sondern erlosch in einer (scheinbaren) Höhe von drei bis vier Fufs über dem Boden. Gleich darauf lieÙ sich über der Stelle, wo es erloschen war, in der Luft ein dem Donner ähnliches Rollen und Krachen vernehmen, welches heftig fort dauerte, und von vielen Personen in der Stadt und im Gebirge wohl vier Meilen im Umkreise gehört wurde. Der Himmel war dabei vollkommen wolkenfrei, die Luft heiter und rein, der Boden fest gefroren, und Fluren und Dörfer stark mit Reif überzogen. Meteorsteine sind nicht gefunden worden. — Berlin. Spen. Zeit. 1833, No. 285. — DaÙ diese Erscheinung sich nur sechs Tage früher, als der Meteorsteinfall zu Blansko (s. oben) und unter ganz ähnlichen Umständen, in einer von dem Schauplatze des letzteren gar nicht sehr entfernten Gegend ereignet hat, ist vielleicht der Bemerkung werth.

1) S. die vollständige Beschreibung dieses Phänomens in Bd XXXIII S. 189, die dem Hrn. Verfasser zur Zeit der Einsendung dieses Aufsatzes noch nicht bekannt seyn konnte, gleichwie die Nachricht über das ähnliche Phänomen von 1834 (S. 129 dies. Bd.).

A n h a n g.

Die hier gegebenen Nachrichten von Meteorsteinfällen sind allen den früher erhaltenen auffallend ähnlich. Diese merkwürdige Erscheinung bleibt sich so vollkommen gleich wie das Gewitter, der Regen und der Schnee. Kaum lohnt es noch der Mühe neue Beispiele von Meteorfällen zu sammeln, wenn man nicht mehr davon zu sagen, nicht noch andere Wahrnehmungen dabei zu machen weiß, als die bisher bekannten.

Die bis jetzt dabei wahrgenommenen Erscheinungen, die man als unbezweifelt und als thatsächlich annehmen darf, sind ungefähr folgende: 1) Es zeigt sich am Tage eine kleine schwarze Wolke, bei Nacht ein leuchtender Körper, eine Feuerkugel mit (scheinbarem?) Schweif; 2) die Wolke oder der Feuerball hat eine schnelle Bewegung nach Einer Richtung; 3) der Feuerball zerspringt oder zerstiebt in Funken; diese Erscheinung fällt bei Tage weg. 4) Es erfolgt ein Getöse, das in einzelnen Fällen aus einem einzelnen Knall, in den meisten aber aus vielen auf einander folgenden Entladungen bestanden hat, welche bald mit dem Donner vieler schwerer Geschütze, bald mit Kleingewehrfeuer, bald mit dem Rässeln schwer beladener Wagen auf Steinpflaster u. s. w. verglichen worden sind. 5) Bisweilen hat man aufser diesem Getöse ein Zischen oder Pfeifen gehört. 6) Es fallen Steine mit großer Kraft auf die Erde, so daß sie, nach Beschaffenheit des Bodens, in denselben einbohren, oder darauf in Stücke zerspringen. 7) Die Steine sind in den meisten Fällen einander sowohl im Aeußeren, als auch in ihrem Inneren und in ihren chemisch erforschten Bestandtheilen, mit sehr wenigen Ausnahmen oder vielmehr Abänderungen, ganz ähnlich, und entweder eine von der bekannten Beschaffenheit gemengte Masse, oder gediegenes Eisen, ebenfalls von der bekannten eigenthümlichen Art.

Als noch zur Zeit ungewisse, oder nicht gehörig ausgemittelte Umstände bei dieser Erscheinung muß man folgende annehmen. 1) Ob beim Herabfallen mehrerer Steine auf Einmal, diese als Bruchstücke einer vorher zusammenhängenden Masse anzusehen sind, oder ursprünglich einzeln gebildete Körper? 2) Wenn das Ansehen derselben, dadurch daß sie z. B. nur an einer oder einigen Seiten mit der bekannten schwarzen Rinde überzogen sind, an anderen aber das Ansehen frischen Bruches zeigen, mit Wahrscheinlichkeit annehmen läßt, daß sie wirkliche Bruchstücke sind; ob alsdann das Zerspringen der vorher zusammenhängenden Masse erst beim Anfallen auf die Erde, oder schon in größerer Höhe, und in welchem Zeitpunkte der Erscheinung es erfolgt ist? 3) Ob sich irgend ein bestimmter Zustand der Atmosphäre mit den Steinfällen in Verbindung oder Beziehung bringen läßt? Ueber diesen Punkt scheint es noch an allen Wahrnehmungen zu fehlen; wenigstens mangelt noch eine Zusammenstellung derjenigen, welche vielleicht darüber vorhanden sind, und auf eine Beziehung führen könnten. Man hat Meteorsteinfälle aus allen Jahres- und Tageszeiten. Es haben sich dergleichen unter allen Himmelsstrichen ereignet. Das könnte einigermassen merkwürdig erscheinen, daß eine sehr große Anzahl von Meteorsteinfällen, vielleicht die meisten beschriebenen, sich bei völlig heiterem Himmel ereignet haben. Mir scheint dieses aber bloß daher zu kommen, daß in den Fällen, wo sich solche bei bewölktem Himmel ereignen, der größte und auffallendste Theil der Erscheinung für die Wahrnehmung verloren geht; die Lichterscheinung nämlich, und die schwarze Wolke, welche beide unfehlbar einer höheren Luftregion angehören, als die ist, in welcher die gewöhnlichen Wolken schweben. Bei einer den ganzen Himmel überziehenden Wolkendecke dürfte sogar das Getöse, das gewöhnlich das Meteor begleitet, nicht bis zu unseren Ohren dringen. Es
kön-

können daher wohl manche Meteorsteine bei bedecktem Himmel fallen, von denen Nichts wahrgenommen wird, wenn sich nicht gerade ein Mensch an der Stelle befindet, auf welche der Stein ohne alle vorherige Ankündigung durch die Wolkendecke herabfällt. In dieser Hinsicht sollte man auch Berichte über Meteorsteinfälle aus Regenwolken oder Gewitterwolken nicht gleich um deswillen für verdächtig halten, weil es dem Beobachter geschehen hat, als sey der Aerolith aus einer solchen Wolke gekommen; da es doch nicht für unmöglich angenommen werden kann, daß auch Aerolithen fallen können, wenn eben Gewitterwolken in der Atmosphäre schweben; und da beide Phänomene deshalb in keinem Zusammenhange unter sich zu stehen brauchen.

Endlich mangelt es in Ansehung solcher Meteore, mit welchen wirklich Massen auf die Erde niedergefallen sind, noch gänzlich an einigermaßen zuverlässigen Beobachtungen über die Höhe, in welcher die Erscheinung zuerst wahrgenommen worden ist, über die Geschwindigkeit des Laufes des herabgefallenen Körpers, und über die eigentliche Richtung seiner Bahn. Es ist aber auch nicht zu läugnen, daß der Wahrnehmung dieser Umstände, besonders der genaueren, auf ein einigermaßen zuverlässiges Ergebnis führenden Wahrnehmung unsägliche Schwierigkeiten entgegentreten. Daher werden alle Muthmäsungen über das eigentliche Wesen dieser Erscheinung noch lange Zeit schwankend und unzureichend bleiben.

Da die verschiedenen, über die Bildung der Meteorsteine aufgestellten Hypothesen in den letzten Jahren durch eine neue vermehrt worden sind, so dürfte dieß der Ort seyn, dieser letzteren zu gedenken und sie näher zu prüfen. Ihr Urheber ist ein Engländer, Dr. Butler. *S. Monthly Magazine, New Ser. Vol. VIII No. 43 (Jul. 1829) p. 111.* Indem ich Dr. Buttlers Sätze

zeln anführe, erlaube ich mir, sie mit einigen Bemerkungen zu begleiten. Dr. B. sagt:

1) Alle festen und flüssigen Bestandtheile der Erdoberfläche sind in immerwährender Verdunstung. In der Allgemeinheit, in welcher dieser Satz ausgedrückt ist, kann er nicht als richtig angenommen werden; da neue und bewährte Versuche gezeigt haben, daß es für jede Art von Körpern oder Stoffen eine bestimmte Gränze der Temperatur giebt, über welcher allein ihre Verdunstung stattfinden kann. (S. Faraday, in diesen Annalen, Bd. IX (85) S. 1.). Da diese Gränze bei den Metallen in einem weit höheren, als den gewöhnlichen Wärmegraden der Atmosphäre zu liegen scheint, so möchte die Verdunstung der Metalle dem Erfinder der Hypothese eben nicht viel gasförmige Stoffe zu ihrer Begründung liefern.

2) Man hat neuerlich entdeckt, daß die specifische Schwere der Dämpfe sich direct verhält wie die Flüchtigkeit der Körper von denen sie kommen. Also werden die Erden und Metalle, wenn sie Gasform annehmen, Gasarten liefern, die leichter sind, als alle anderen Gasarten, wenn Temperatur und Druck gleich sind.

Auch dieser Satz muß als irrig angesehen werden, wenn er als allgemeines Gesetz aufgestellt werden soll. Er hat sich für einige als wahr, für andere aber als nicht passend dargestellt; denn obgleich z. B. der Aether einen specifisch schwereren Dampf giebt, als das weniger flüchtige Wasser, so giebt hingegen dieses einen zehn Mal leichteren Dampf als das Quecksilber; hier also verhält sich die specifische Schwere des Dampfs umgekehrt wie die Flüchtigkeit der Körper von denen er kommt.

3) Daraus folgt, daß die höchsten Regionen der Luft aus gasförmigen Erden und Metallen bestehen, oder aus ihren brennbaren Basen, unter denen *Silicium*,

Aluminium und *Eisen*, die Hauptbestandtheile des Erdballs, wahrscheinlich die vorwaltenden sind.

Wenn die beiden ersten Sätze für allgemein wahr angenommen werden könnten, so möchte man die Folgerung gelten lassen; da aber jenes nicht der Fall ist, so steht es auch mislich um die Haltbarkeit dieses dritten Satzes. Er wird aber noch minder haltbar dadurch, daß, der Erfahrung zufolge, Gase von verschiedener specifischer Schwere einander auf mannigfaltige Weise durchdringen können, und daß sie nicht nach Verhältniß ihrer Leichtigkeit auf einander zu schwimmen pflegen. Ein Beispiel hiervon ist der Wasserdampf, der, obgleich specifisch leichter als die Luft, sie dennoch auch in den unteren Regionen der Atmosphäre zu durchdringen und sich darin zu halten vermag. Ferner ist es mit der bekannten Natur des Siliciums, Aluminiums u. s. w., die auf der Erde nicht anders als oxydirt gefunden werden, schwer vereinbar, anzunehmen, daß sie dort im nicht oxydirtten Zustande verdampfen, in Gasform in der Atmosphäre emporsteigen, und erst nach ihrer, von B. angenommenen, Condensation, mit flammender Verbrennung oxydirt werden sollten.

- 4) Damit wäre also für den Ursprung (das Vorhandenseyn) des Materials zu den Meteorsteinen in den oberen Regionen der Atmosphäre gesorgt.

Man sieht leicht ein, daß, da die drei ersten Sätze nicht für richtig erkannt werden können, dieß ganz und gar nicht der Fall ist.

- 5) Angenommen, daß Lager von gasförmigen Metallen sich auf der Oberfläche der Erdatmosphäre in derjenigen noch unbekannten Höhe befinden, wo die letzte Untheilbarkeit ihrer Atome ihre weitere Expansion im Raume verbietet, was würde die Folge seyn, wenn ein gegebenes Volum — z. B. 1 Cubicmeile — von dieser zusammengesetzten Masse durch irgend eine Ursache (Kraft), hinreichend den

Widerstand der Luft zu überwinden und die Masse vor größerer Zerstreuung zu bewahren, in die Tiefe des Luft-Oceans gestürzt würde, auf welchem sie vorher schwamm?

Dieser Satz geht ebenfalls von der Ansicht aus, daß die metallischen Gase, oder gasförmigen Metalle sich lagenweise in den höchsten Regionen der Erdatmosphäre befinden oder auf derselben schwimmen könnten. Wie wenig Grund vorhanden ist dieses anzunehmen, geht aus den gegen die drei ersten Sätze des Dr. Butler erhobenen Zweifeln hervor, indem sich wohl eine Vertheilung solcher Gase in der Atmosphäre, ein Durchdrungenseyn dieser von jenen denken läßt, nicht aber ein solches lagerartiges Beisammenseyn und Obenaufschwimmen derselben.

Wenn man aber wirklich annehmen dürfte, daß in den höchsten Theilen der Atmosphäre eine größere Menge dieser Gase vereinigt seyn könnte, so enthält doch der fünfte Butler'sche Satz eine sehr dunkle Vorstellung. Dunkel ist die Vorstellung von dem Verhältnisse eines Gases in dem Zustande, in welchem es aufhört expansibel zu seyn, zu der Luft oder dem atmosphärischen Gase, das doch so gut wie jedes andere Gas in denselben Zustand kommen muß. Dunkel ist ferner die Vorstellung von einer in dem Grade scharf abgeschnittenen Oberfläche der Atmosphäre, daß Etwas darauf, wie auf der Oberfläche des Wassers, schwimmen könnte. Von diesen Verhältnissen hat die Physik zu wenig Kenntnisse, um auf dieselben Hypothesen zu gründen.

Wären aber diese Verhältnisse in der That so vorhanden, wie Dr. B. sie voraussetzt, so stößt man alsdann auf einen der schwierigsten und dunkelsten Punkte seiner Hypothese. Es bedarf nämlich einer Ursache (Kraft), welche die, wegen ihrer Thätigkeit und angenommenen Leichtigkeit, in die höchsten Theile emporgestiegenen

dort im höchsten Grade der Expansion befindlichen, oder gar auf der Luft schwimmenden Massen der Metallgase in die Tiefe des Luft-Oceans herabzieht, und dabei so zusammenhält, daß diese leichten, höchst expansibeln Wesen nicht nur nicht weiter zerstreut, auch durch den Widerstand der mit der Nähe an dem Erdkörper an Dichtigkeit zunehmenden Luft nicht aufgehalten, sondern sogar zu festen Körpern condensirt werden können. Eine solche Kraft aufzufinden, wird um so schwerer seyn, als durch dieselbe gerade das Gegentheil von dem, nach Butler, als gewöhnlich, naturgemäß und permanent betrachteten Hergang bewirkt werden soll: das Herabziehen derjenigen Stoffe, die ihrer Leichtigkeit wegen unaufhörlich in die Höhe steigen müßten.

- 6) Im Herabfallen würde ihr Umfang stufenweise vermindert werden, und ihre heterogenen Atome einander genähert durch den zunehmenden Druck der Atmosphäre, bis derjenige Grad von Annäherung erreicht wäre, bei welchem ungleichartige, eine mächtige Verwandtschaft zu einander habende Atome anfangen könnten in Verbindung zu treten.

Man bemerke hier wohl, daß Dr. B. nicht ein Concentriren der Gase *vor* ihrem Herabsteigen in die dichtere Atmosphäre annimmt, sondern sie in ihrem expandirten Zustande in das dichtere Mittel herabfallen läßt, und ihr Concentriren erst als eine Folge des Eintretens in dieses Mittel darstellt. Dagegen — vorerst noch abgesehen von der Kraft, die das Herabfallen bewirken soll — möchte Manches zu erinnern seyn. Einmal rechnet Dr. B., bei der von ihm angenommenen Vereinigung der zerstreuten Atome, auf den Druck der Atmosphäre. Da aber dieselbe Atmosphäre die Gasarten nicht gehindert haben soll, zertheilt in derselben hinaufzusteigen, so begreift man schwer, wie es geschehen soll, daß sie erst beim Herabsteigen derselben einen condensirenden Druck gegen sie ausübe. Dr. B. wird darauf vielleicht entgeg-

nen, daß die Gasarten in einzelne, sehr kleine Theilchen zerstreut emporsteigen, die sich einander nicht nähern können, daß sie aber oben vereinigt seyn und als ganze Massen herabkommen. Aber eben diese Vereinigung zu ganzen Massen und Lagen ist, wie oben gezeigt worden, nicht erwiesen, ja nicht einmal wahrscheinlich.

Ferner ist es sehr schwer denkbar, daß ein gewisses Volum gasförmiger, äußerst leichter Stoffe in eine specifisch schwerere (denn sie sollen ja darauf schwimmen) Masse ähnlichen Stoffes als ein unzerstreutes Ganze eindringen könne; und daß der Druck, den die Masse des schwereren Gases auf dieses leichtere ausüben muß, das letztere nicht vielmehr vom Eindringen abhalten und an seinen vorigen Platz zurückdrängen müsse. Schwerlich würde der von der Luft auf die von oben her in dieselbe eindringen wollende Gase ausgeübte Druck von der Art seyn, daß er die Annäherung und Vereinigung der in den Gasen enthaltenen chemisch verwandten Stoffe bewirken oder befördern könnte.

- 7) In diesem Falle, und angenommen, die gasförmige Masse bestehe aus den gewöhnlichen Bestandtheilen der Meteorsteine, so würde die erste Combination, die da einträte, die der Atome von *Silicium*, *Aluminium*, *Calcium* und *Magnesium* seyn, mit den Atomen des in der Luft befindlichen *Oxygens*. Die Theilchen von *Eisen*, *Nickel*, *Chrom*, *Kobalt* und *Schwefel*, die nicht eine so starke Verwandtschaft mit dem Oxygen haben, würden unordentlich in die *strong fluid-mass* eingewickelt werden, und würden, so lange sie flüssig bliebe, dabei füglich zum Theil oxydirt werden durch die Kraft der Anziehung, und kleine gleichförmige Massen bilden, indem sich hie und da der Schwefel mit dem Eisen verbinden würde, und die erdigen Stoffe würden sich mehr oder weniger vollkommen

krystallisiren, nach Mafsgabe der Schnelligkeit der durch die schnelle Entziehung der Wärme, die die Atmosphäre verursachen würde, bewirkten Verdichtung.

Nur wenn der vorhergehende Satz (6) als haltbar angesehen werden könnte, würde dieses wohl im Ganzen auch bestehen können. Etwas dunkel ist die Butler'sche Vorstellung von dem Uebergange der Masse aus der Gasform in die feste. Es scheint dabei eine Mittelstufe, die flüssige Form — also, wo von Metallen die Rede ist, die Schmelzung — für nothwendig anzusehen. Ist diese Nothwendigkeit vorhanden? finden nicht unmittelbare Uebergänge aus der Gasform in die Krystallform ohne die Mittelstufe der Schmelzung statt? Bei den meisten Meteorsteinen haben nur die darin vorkommenden Metallkörper das Ansehen von erlittener Schmelzung, so wie die dünne Rinde, nicht aber die Hauptmasse. Mufs man annehmen, dafs die meteorischen Steinmassen eine Schmelzung erlitten haben, so pafst doch dieses allein auf sie, und nicht auf die einer krystallinischen gemengten Felsart ähnlichen gewöhnlichen Meteorsteine. Ueberhaupt mufs der Procefs, der die einen bildet, doch verschieden von dem zu Bildung der anderen erforderlichen seyn.

- 8) Die Acte der Verdichtung und Verbindung würden begleitet seyn von der Entwicklung einer ansehnlichen Menge latenter Wärme und latenten Lichtes, und würden mit einer lauten Explosion endigen, letztere verursacht durch das plötzliche Zusammenfallen der umgebenden Atmosphäre; — mit wenig Worten: ein Lichtblick würde erscheinen, und die verdichtete Masse würde sich flüssig und weifsglühend zeigen.

Auch in Ansehung dieses Satzes beziehe ich mich auf das Vorhergesagte. Die vollkommene Schmelzung scheint bei Bildung des Meteorsteins eher gehindert als befördert wor-

den zu seyn, da sie keine Verglasung ihrer steinartigen Theile, sondern eine unvollkommene und verworrene krystallinische Bildung desselben zeigen.

9) Erwägen wir, dafs die Erde selbst ein ungeheurer Magnet ist, dafs das von den Polargegenden ausstrahlende Nordlicht in genauen Verhältnissen mit ihren magnetischen Polen steht und die Nadel bewegt, und dafs es folglich ein magnetisches Phänomen ist, so kann man sich kaum enthalten, an die Existenz eines Einflusses zu glauben, den der Magnetismus auf die gemäßigten und Aequatorial-Gegenden der Atmosphäre ausübt, obgleich, wahrscheinlich wegen der sehr abgeplatteten Gestalt des atmosphärischen Sphäroids, und der dem gemäfs grofsen Höhe dieser Gegenden, die Ansicht derartiger Erscheinungen den Bewohnern dieser Breiten versagt ist.

Hiermit macht Hr. B. den Uebergang aus den vorher vorgetragenen Sätzen in seine Hypothese selbst, um zu zeigen, dafs die Bildung der Meteorsteine mit zu den Erscheinungen oder Wirkungen des tellurischen Magnetismus gehören möge. Er führt das Nordlicht als ein Beispiel dafür an, dafs die Wirkung dieser, dem Erdball eigenen Kraft auch in der Höhe der Atmosphäre eigenthümliche Erscheinungen hervorbringen könne. Da ihm aber hierbei der Umstand im Wege ist, dafs die Nordlichter über eine gewisse Entfernung von den Polen hinaus nicht wahrgenommen werden, Meteorsteinfälle aber in allen Zonen vorkommen, so sucht er das Nichtsichtbarseyn der ersten in den Aequatorial-Gegenden aus der Höhe der Wölbung des Luftsphäroids über diesen zu erklären. Wie weit diese Erklärung zulässig ist, mag vorerst dahingestellt bleiben, obgleich viel wahrscheinlicher ist, dafs die Nordlichter nur um die Pole gesehen werden, weil sie sich wirklich nur um diese, und nicht in der magnetischen Indifferenz-Gegend bilden. Indessen

scheint dieses allein gerade kein Einwurf gegen die Hypothese des Hrn. B. zu seyn, da es sich wohl denken liefse, dafs die zu Bildung der Meteorsteine erforderliche Wirkung des Magnetismus auf die Grundstoffe derselben an ganz anderen Punkten der Atmosphäre einträte, als an denjenigen wo das Meteor explodirt.

10) Dieses angenommen, und erwogen, wie mächtig die verwandten Kräfte der Elektrizität und des Galvanismus die chemische Verwandtschaft beherrschen, können wir leicht darauf kommen, zu begreifen, dafs magnetische Wirkung im Stande seyn möge, unabhängige Massen der höheren Schichten der Atmosphäre in ihre niedrigsten Gegenden auf solche Weise herabzustürzen, wie es die Hypothese fordert.

11) Einen der wichtigsten Gründe für seine Hypothese findet Dr. B. darin, dafs von 52 Substanzen, welche nach dem jetzigen Stande der Chemie als einfach oder elementarisch betrachtet werden, nur *vier* den Gesetzen des Magnetismus unterworfen sind. Die Meteorsteine bestehen aus *zehn* Elementen, und unter diesen finden sich die *vier magnetischen: Eisen, Nickel, Chrom und Kobalt*; und was die übrigen *sechs* Bestandtheile betrifft, so sind *fünf* derselben: *Silicium, Aluminium, Calcium, Magnesium und Schwefel*, vielleicht die vorwaltenden Bestandtheile des festen Theils des Erdballs; daher können diese am wahrscheinlichsten (nach der Hypothese nämlich) in den hohen Regionen im Ueberflusse vorhanden seyn, und den sechsten: das *Oxygen*, giebt die Atmosphäre selbst her.

Wenn der Versuch des Dr. B., in 10) seine Hypothese aus den vorgetragenen, wenig haltbaren Vordersätzen aufzubauen, ebenfalls noch sehr vag ist und sich im Allgemeinen hält, so sind doch die in 11) zusammen-

gestellten Thatsachen einer näheren Beachtung nicht unwerth.

Wenn nun gleich aus diesem Allen hervorgeht, daß die Butler'sche Hypothese, da sie auf theils unerwiesenen, theils sogar als irrig erkannten Vordersätzen beruht, nicht haltbar ist, so habe ich sie doch nicht mit Schweigen übergehen mögen, da sie wenigstens in die Geschichte der Vorstellungen über die Bildungsweise der Meteorsteine gehört.

Vornehmlich aber habe ich ihrer um deswillen ausführlich gedacht, um daran zu erinnern, daß die Acten zur Erklärung des Phänomens der M. St. noch bei weitem nicht geschlossen sind, und daß es noch sorgfältiger Beobachtungen bedarf, um besonders Mittel zu Beantwortung der Frage zu gewinnen: ob das Phänomen der Erde und ihrem Dunstkreise, oder dem Weltraume angehört?

Die Muthmaßung vom atmosphärischen Ursprunge desselben hat, wie mich dünkt, eine bedeutende Stütze darin, daß diese Körper als Bestandtheile durchaus nur solche Stoffe enthalten, die nicht nur unserem Erdball eigen sind, sondern die auch sogar unter allen übrigen ihm eigenen Bestandtheilen die wichtigste Rolle in allen sich auf und aus ihm entwickelnden Naturerscheinungen spielen, namentlich in Beziehung auf den Magnetismus — der so Vieles zu umfassen, die Triebfeder von so Vielem zu seyn scheint; — daß diese, neuerlich auch in dem Regenwasser entdeckten Stoffe (Zimmermann in Kastner's Archiv, Bd. I), die Fähigkeit besitzen, aus der festen in die Gasform überzugehen, und aus dieser wieder in jene; daß solche Umwandlungen durch Galvanismus und Elektrizität bewirkt werden können, welche anerkannt nur besonders bedingte Aeufserungen des Magnetismus sind, oder von welchen dieser nur eine besondere Aeufserung ist. *Wie* aber die Wirkung eben

beschaffen ist, welche die in Gasform aufgelösten Stoffe in die höchsten Regionen der Atmosphäre sammelt, sie dort zum Zusammentreten in feste Masse unter den bekannten meteorischen Erscheinungen zwingt, das schon zu erklären, reichen unsere Wahrnehmungen noch nicht hin. Ganz verwerfen darf man darum wenigstens die Hauptidee nicht, auf welcher die hierauf gerichteten Hypothesen beruhen, wenn sie selbst auch an entschiedenen Mängeln leiden.

Die Muthmaßung von der kosmischen Herkunft der meteorischen Steine und Eisenmassen sucht ihre Hauptstützen in der großen Höhe, in welcher man die Meteore wahrgenommen hat oder zu haben glaubt, und in der Geschwindigkeit ihres Laufes, welche der der planetarischen Weltkörper nahe kommen soll. Ihren Haupteinwand gegen die Hypothese vom atmosphärischen Ursprung der Meteormassen nimmt sie daher, daß sie das Daseyn der erdigen und metallischen Bestandtheile derselben in der Atmosphäre, und insbesondere in dem oberen äußerst verdünnten Theil derselben nicht für möglich hält.

Diese Einwendung an sich kann, bei dem jetzigen Stande der Chemie und bei den von der Atmosphäre erlangten Kenntnissen, nicht als entschieden betrachtet werden. Man weiß jetzt wenigstens, daß die Bestandtheile der Meteormassen sich nicht nur in der Atmosphäre befinden können, sondern daß sie sich auch wirklich darin befinden. Es beruht nur noch darauf, zu ergründen, ob es Kräfte giebt, und welche, die die Vereinigung dieser im höchsten Grade verflüchtigten, und nothwendig über außerordentlich große Räume verbreiteten Bestandtheile zu einem festen Körper zu bewirken vermögen, und eine deutliche, naturgemäße Vorstellung einer solchen Wirkungsweise zu erlangen. Auch die Einwendung, die man von der beträchtlichen, ja ungeheuern Größe des Volums von Gas, das erforderlich seyn würde, den festen

Stoff zu einer Meteormasse von mehreren Pfunden oder gar Centnern herzugeben, gegen diesen Bildungsproceß nimmt, scheint mir nicht entkräftend; denn daß dieser Proceß von sehr großartiger Natur ist, beweisen die ihm begleitenden großartigen und gewaltigen Erscheinungen.

Was aber die vorhin genannten beiden Hauptstützen der kosmischen Hypothese betrifft, die große Entfernung der Meteore und die Geschwindigkeit ihres Laufs, so beruhen diese darauf, daß man die Meteorsteinfälle, die Feuerkugeln aller Art, die Sternschnuppen, und selbst die Lichterscheinungen, die dann und wann von Astronomen durch Fernröhre wahrgenommen worden sind, ohne Weiteres für eine und dieselbe Erscheinung angenommen hat. Chladni, der geistreiche Schöpfer der kosmischen Hypothese, und alle ihm folgenden Vertheidiger derselben, gehen von diesem Vordersatze aus, wie von einer unbezweifelt feststehenden Wahrheit. Aber darf man denselben wohl als eine solche annehmen? Mir scheint es doch, daß der Beweis dafür noch zu führen sey.

Bis jetzt ist kein Meteorsteinfall so vollständig beobachtet worden, daß sich über die Höhe, die Geschwindigkeit des Laufs und über die Form der Bahn des Meteors ein zuverlässiges Resultat ergeben hätte. Man hat z. B. noch kein Meteor, mit welchem Etwas herabgefallen ist, so zeitig beobachtet, daß es noch das Ansehen einer Sternschnuppe gehabt hätte. Bei weitem die meisten sind nur sehr kurze Zeit gesehen worden; selten steigt die Beobachtungszeit zu Minuten hinauf. Man bemerkte diese Meteore entweder am Tage zuerst als Wölkchen, die anfangs wenig Aufmerksamkeit erregten, oder Nachts, wenn sie schon als große Feuerkugeln erschienen, und dem Herabfallen sehr nahe wären.

Die von Chladni (*Feuermeteore*, S. 21 bis 28 etc.) angeführten ziemlich zahlreichen Beispiele von Lichterscheinungen, die eine große Höhe und planetarisch ge-

schwinde Bewegung gehabt haben, betreffen sämmtlich nur Sternschnuppen und sogenannte Feuerkugeln, mit denen Nichts herabgefallen ist. Unter den von Chladni verzeichneten Steinfällen findet man Nichts von brauchbaren, zuverlässigen Beobachtungen über die Geschwindigkeit der Bewegung der Meteore. Einige wenige Fälle haben nur Elemente zu Muthmassungen darüber gegeben, wie man z. B. bei einem derselben aus der zwischen der gesehenen blitzähnlichen Lichterscheinung und der gehörten Entladung verflossenen Zeit auf die Höhe, in welcher das Zerspringen des Meteors geschehen seyn mußte, geschlossen hat. In einem dieser Fälle schätzte man die Höhe des Meteors auf zwischen 15000 und 29000 Toisen (man war also um die Hälfte ungewiss). Nimmt man auch die grösste dieser Zahlen für die wahre Höhe, so ist eine Höhe von ungefähr sieben Meilen über der Erdoberfläche doch schwerlich gross genug, um das, was dort vorgeht, nicht als Zubehör der Erde und ihres Luftkreises betrachten zu können. Selbst eine Höhe von 12 bis 13 Meilen, wie die von Olbers am 26. Sept. 1829 beobachtete Feuerkugel gehabt zu haben scheint, ja noch grössere, von 20 bis 60 Meilen, möchten noch nicht berechtigen, die in solchen Höhen vorgehenden Processe von dem Dunstkreise der Erde hinweg in den grossen Weltraum zu verweisen.

Hr. Egen hat in einem diesen Gegenstand betreffenden Aufsätze (s. diese Annalen, Bd. LXXII S. 375 bis 422) das mit einem Steinfalle verbundene Meteor von *Angers* vom 3. Juni 1822 — vielleicht das Einzige, das, da es an zwei verschiedenen Orten mit einer gewissen Sorgfalt beobachtet wurde, einige Elemente zu Schätzung seiner Höhe und Geschwindigkeit darbietet — benutzt, diese Bestimmungen daraus zu finden. Da sieht man denn deutlich genug, theils dafs die Berechnung nur sehr schwankende Resultate liefert, theils dafs sich daraus we-

nigstens eine sehr geringe Geschwindigkeit der Bewegung des Meteors ergibt.

Ein starker Grund gegen die Annahme einer sehr grossen Entfernung solcher Meteore von der Erde möchte wohl auch in den knallenden Entladungen zu finden seyn, die sich dabei oft von furchtbarer Stärke hören lassen. Wie würde dieses möglich seyn, wenn die Explosion in einer Höhe von mehreren Meilen erfolgte.

Dafs man elektrische Erscheinungen in der Atmosphäre bei Meteorsteinfällen wahrgenommen hat, dafs Feuerkugeln sich mit Erdbeben und mit grossen atmosphärischen Erscheinungen zugleich gezeigt haben, wofür sich eine Menge von Beispielen finden; das deutet ebenfalls dahin, dafs die grossen Feuermeteore, mit oder ohne Herabfallen mineralischer Massen, der Erde und ihrer Atmosphäre nicht so ganz fremd seyn mögen, wie die kosmische Hypothese will.

Ich verweise nochmals auf den schon angeführten Aufsatz des Hrn. Egen, in welchem die sich dieser Hypothese entgegenstellenden Schwierigkeiten ausführlich und deutlich auseinandergesetzt sind. Chladni hat zwar seine Meinung dagegen vertheidigt (diese Annal. Bd. LXXV S. 247), indessen scheint er mir doch Egen's bedeutende Zweifel nicht gehoben zu haben; und jener so sehr verehrungswürdige Physiker möchte doch wohl mit etwas zu viel Vorliebe für seine Muthmafsung behauptet haben: »die Ankunft der Meteorsteine *von Aussen* sey nicht blofs *Hypothese*, sondern vielmals gesehene und beobachtete Thatsache.«, Das. S. 257.)

Nach Chladni's Vorstellung soll bei einem Meteorsteinfalle Etwas aus dem Weltraum in den Bereich der Erdatmosphäre kommen. Das Eintreffen der fremden Masse in dieser soll die Erscheinungen hervorbringen, die einem Meteorsteinfalle vorausgehen, der Fall selbst wird durch die Schwere bewirkt. Die ankommende fremde Masse nun soll entweder ein lockerer

Stoff seyn, vielleicht der, aus welchem sich Weltkörper bilden, oder sie soll vielleicht gar aus Trümmern zerbrochener Weltkörper bestehen.

Die letzte Ansicht scheint mir am allerwenigsten annehmlich, und mit derselben läßt sich insbesondere die mehrmals wahrgenommene springende Bewegung der Meteore gar nicht vereinigen; denn die Vorstellung, daß ein solcher massiver Körper an einem lustigen Wesen, wie die Atmosphäre ist, das kaum eine eigentliche Oberfläche hat, appralen, und gleich einer ricschettirenden Kanonenkugel seine Bahn in Sprüngen fortsetzen soll, ist doch gar zu unnatürlich.

Denkt man sich aber die ankommende Masse als locker und gas- und oder nebelartig, so muß man eine besondere Kraft, einen chemischen, oder elektrischen, oder galvanischen, oder magnetischen Proceß zu Hülfe nehmen, um einen Stein daraus bilden zu lassen. Dann aber treten alle dieselben Schwierigkeiten ein, die man zum Behufe der Erklärung eines solchen Processes zu überwinden hat, wenn man den lockeren Stoff nicht aus dem fernen Weltraum kommen läßt, sondern ihn als schon der Atmosphäre angehörig betrachtet: namentlich der Umstand, daß eine in Luftform expandirte Masse von einem ungeheuer großen Umfang seyn muß, wenn sie den Stoff zu einem, mehrere Pfunde oder gar Centner schweren steinartigen Körper liefern soll.

Ueberhaupt aber scheint aus allen bei Meteorsteinfällen sich zeigenden Erscheinungen hervorzugehen, daß dieselben nicht bloß durch das Herabfallen eines schon fertig gebildeten festen Körpers bewirkt worden, sondern daß sie die Wirkungen eines Processes sind, mittelst dessen eine Umwandlung der Form gewisser Stoffe geschieht, d. i. eben ein Körper neu gebildet wird. Die schwarze Wolke, die oft sehr großartigen Lichterscheinungen, die donnerähnlichen Entladungen können von dem bloßen Durchfliegen eines festen Körpers durch die

Atmosphäre nicht hervorgebracht werden. Könnte eine völlig gebildet, aus dem Weltraume daher fliegende Eisenmasse durch Reibung in der Erdatmosphäre selbst einen solchen Grad von Erhitzung erleiden, daß sie zum Schmelzen käme — so würde sie beim Auffallen auf den Boden eine ganz breite, dünne Gestalt und alle Eindrücke des Bodens annehmen müssen; denn die Erhitzung müßte doch mit der Annäherung des fallenden Körpers an die Erde zunehmen, theils wegen der zunehmenden Reibung in der abwärts dichter werdenden Luft, theils wegen der sich im Falle beschleunigenden Bewegung. Alle herabgefallenen Stein- und Eisenmassen aber zeigen alle Kennzeichen davon, daß sie schon vor dem Auffallen völlig erstarrt gewesen sind, und auch ihre Form erhalten haben ehe sie auffielen, eben auch, daß sie sich bereits im Erkalten befanden, als sie fielen. Dieses beweisen besonders die eigentlichen Steinregen, bei denen mehrere Steine gefallen sind, die sich nicht als Bruchstücke eines Ganzen, sondern als einzeln ausgebildete, ringsum mit Rinde versehene Körper ausweisen.

Ich komme auf die Vorstellung zurück, welche Feuerkugeln und Sternschnuppen aller Art ganz für dieselbe Erscheinung nimmt, die sich in den Meteorsteinfällen zeigt. Gegen diese Vorstellung scheint mir unter Anderem auch die so sehr häufige Erscheinung der Sternschnuppen wenigstens einen Zweifelsgrund abzugeben. Bekanntlich zeigen sich die Sternschnuppen in solcher Menge, daß man deren bisweilen mehrere Hunderte in Einer Nacht wahrgenommen hat. Dagegen sind doch die Meteorsteinfälle — und wenn auch neunundneunzig Hunderttheile der Wahrnehmung entgehen — eine verhältnißmäßig wahrhaft große Seltenheit.

Wenn man aber Grund hat, den Sternschnuppen, oder wenigstens einem Theil derselben, eine so große Entfernung und eine so planetenartige Bewegung zuzuschreiben, daß man sie für der Erde ganz fremdartige Kör-

Körper halten muß; wie kann man da behaupten, daß diese Lichterscheinungen — die man nur auf einem kleinen Theile ihrer Bahn während weniger Augenblicke wahrnimmt — bei denen man Nichts weiß von den mit ihrem Entstehen und ihrem Verschwinden verbundenen Umständen — von denen man nicht einmal weiß, ob der Anfang und das Ende ihres Erscheinens wirklich ihr Entstehen und Vergehen ist, und nicht vielleicht nur Folge ihrer Annäherung in den Bereich unseres Gesichts und Entfernung aus demselben — bei denen man kein Herabfallen, keine Entladung wahrnimmt; — wie kann man, sage ich, zu behaupten wagen, daß diese Art von Lichterscheinungen ganz identisch mit den Meteorsteinfällen seyen, bei welchen gerade diejenigen Kennzeichen, die die Aehnlichkeit zwischen beiden Erscheinungen begründen sollen, die am wenigsten beglaubigten sind!

Vielleicht giebt es sehr verschiedene Arten von Phänomenen, die sich sämmtlich uns Erdbewohnern nur als Lichterscheinungen zeigen. So wie eine Sternschnuppe, ist sie klein, uns erscheint wie ein kleiner Fixstern, größer wie ein Planet, auch wohl noch größer wie der Mond, oder wie ein Komet, und deshalb doch keines von allen diesen ist; so können auch sehr verschiedenartige, sich theils in, theils außer der Erdatmosphäre ereignende Phänomene, sobald nur dabei Licht entwickelt (oder vielleicht gar nur zurückgeworfen) wird, auf das einzige Organ in uns, welches für sie empfänglich ist — das Auge, ganz einerlei Eindruck hervorbringen, während alle übrigen dazu gehörigen Erscheinungen für unsere Wahrnehmung verloren sind.

Einen neuen Gedanken über Entstehung der Meteorsteine hat Prof. v. Scherer in Wien den dort im J. 1832 versammelten Naturforschern vorgelegt. Er ist geneigt, diese Körper aus dem Monde stammen zu lassen. Allein er betrachtet sie nicht als *Erzeugnisse* der Vulcane im Monde, sondern als losgerissene und ausge-

schleuderte Stücke von Mondgebirgen, welche durch die Wirkung eines *elektrischen Actes* (so drückt sich Hr. Scherer aus) in den Zustand gekommen sind, in welchem wir sie finden. Nur ein solcher Act scheint ihm die Entstehung der dünnen schwarzen Rinde der Meteorsteine zu erklären; die, wie er sagt, nur durch eine blitzschnelle, intensive, die Steinflächen schmelzende Hitze bewirkt worden seyn kann. Auch das gediegene Eisen in den Meteorsteinen und die herabgefallenen Gediogeneisen-Massen geben dem Verfasser einen Grund zu seiner Vermuthung; weil der Mond ein wasserloser Körper zu seyn scheint, auf welchem also keine Wasserzersetzung vorgehen, folglich auch kein Sauerstoff, und daher kein oxydirtes, sondern nur gediegenes Eisen vorhanden seyn kann. — Isis von Oken, 1833, H. 4 bis 6 S. 481 ¹⁾.

XII. Beobachtung eines St. Elms-Feuers; mitgetheilt vom Med. Assessor Mohr in Coblenz.

In der Neujahrsnacht von 1833 auf 1834, welche sich durch die fürchterlichsten Stürme und Verheerungen, so wie durch die gleichzeitigen Ueberschwemmungen in ganz Europa auszeichnete, reiste Hr. Dr. G... um 8 Uhr Abends zu Pferde von Jülich nach Düren, etwa $2\frac{1}{4}$ Meilen von da entfernt, in Begleitung seines Dieners ebenfalls zu Pferde. Es war dunkle schwarze Nacht, keine Spur von Sternenhelle zu erblicken, das Wetter stürmisch und regnerisch, abwechselnd in Regenschauern und stoßweise mit Schnee und Hagel herabströmend, die Straßen mit Wasser bedeckt. Am Thore zu Jülich zündete der Diener eine Pechfackel zur Leuchte an, allein der Sturmwind bliefs sie augenblicklich aus, und alle wiederholte Versuche waren vergeblich. Es war so finster, daß man keinen Theil des Pferdes oder des Körpers

1) Hrn. Berzelius's Meinung in Betreff des Ursprungs der Meteorsteine (Ann. Bd. XXXIII S. 1) war dem Hrn. Verfasser zur Zeit der Einsendung seines Aufsatzes noch nicht bekannt. P.

sehen, die Hand vor den Augen nicht erkennen konnte. Sie mußten sich den Augen der Pferde anvertrauen.

Der Weg führte zwischen dem Roerflusse und einem Walde hin, die beide etwa $\frac{1}{8}$ Meile von der Straße entfernt blieben. Endlich führte der Weg über eine weite Fruchtebene bis nach Düren. Auf diesem Wege kam es Hrn. G. mehrmalen vor, als wenn ihm Lichtfunken vor den Augen schwebten. Sie verschwanden aber so geschwind, daß er sie für Täuschung hielt. Als er eben durch den ausgetretenen Ellbach geritten war, sah er wieder zwei solche Feuerfunken dicht vor sich, welche nicht verschwanden, sondern festhielten, und so vielen Schein gaben, daß er in 20 bis 30 Secunden die Ohrenspitzen seines Pferdes erkennen konnte ¹⁾. In weniger als einer Minute traten die Ohren ganz beleuchtet hervor, und eben so schnell verbreitete sich das Feuer über den ganzen Kopf und Hals in schönem Glanze, in so weit dieselben nicht vom Mantel des Reiters bedeckt waren. Die Erscheinung war sehr frappant. Das Pferd hielt die Ohren steif und ging etwas schüchtern in raschem Schritte voran. Das Pferd war bei dem beständigen Schrittreiten nicht warm, aber von Regen nass. Hr. G. rief nun seinem, hinter ihm reitenden Diener zu, und fragte ihn, ob er nichts an seinem Pferde bemerke? dieser antwortete: Herr! mein Pferd ist auch so, und als Hr. G. darnach umschaute, sah er das andere Pferd in gleichem Lichte glänzen. Es schien, als wenn auf jeder längeren Haarspitze des Pferdes ein Feuerfunken sitze, grössere

1) Erschienen diese Funken auf den Spitzen der Ohren des Pferdes oder auf den Wimpern der Augen des Beobachters? — Wie die Beschreibung abgefaßt ist, wird man unwillkürlich an die Doppelsterne erinnert, als welche sich, nach Plinius Schilderung, das Elmsfeuer zeigen soll, wenn es eine glückliche Vorbedeutung hat. — Der Nachsatz, daß in weniger als einer Minute die Pferdeohren ganz beleuchtet hervortraten, läßt denn aber doch wohl keinen Zweifel, daß diese hier die Stellvertreter von Kastor und Pollux waren. P.

auf den längeren, und fast unmerkliche auf den kleinen. Besonders schön, wie kleine Johanniswürmchen, waren diese Lichtpunkte auf den, am Eingange der Naselöcher und der Ohren sitzenden Haaren, seltener am vorderen Halse nach dessen rechten Seite hin, aber höchst brillant folgten sie dem Laufe der Mähnen, wo die Feuerfunken wie Perlen in den einzelnen Haaren eingeschoben zu seyn schienen. An dem Kamme, vom Kopfe bis zum Anfange des Rückgrats, wo die Mähnen sich links schlagen, standen viele Haare in die Höhe, deren Spitzen alle mit diesen Lichtpunkten reich besetzt waren. Am Schweife und den übrigen Theilen der Pferde war nichts zu sehen, aber an der Pechfackel, welche der Diener wie ein Gewehr auf der Schulter liegen hatte, waren ähnliche Lichtpunkte auf allen Spitzen der Fäden zu sehen.

Die ganze Erscheinung dauerte 5 bis 6 Minuten, und erlosch dann allmählig, zuletzt an den Ohrspitzen. Sie gab so viel Licht, daß Hr. G. seine Hand und Finger deutlich erkennen konnte. Nach einer Viertelstunde erschien das Feuer in derselben Art wieder. Hr. G. versuchte mit der Hand über den Hals und die Mähnen zu streichen, es erlosch auch einiges Feuer dadurch, allein es kam theilweise wieder zum Vorschein, und dauerte dießmal 4 bis 5 Minuten. Drei bis vier Mal erneuerte sich diese feenartige Erscheinung, zuletzt gegen 11 Uhr, eine halbe Stunde Weges vor Düren, aber nur leicht, ohne sonderlichen Glanz, und dauerte etwa nur eine Minute. Der Diener behauptete, über Düren hin Blitze gesehen zu haben, die sein Herr jedoch nicht bemerkt hatte.

Das Licht hatte, nach der Bemerkung des Beobachters, nicht die Form von kleinen Flämmchen oder feurigen Spitzen, auch konnte er es nicht mit dem Lichtschein von faulem Holze oder von Phosphor vergleichen, sondern es waren Lichtpunkte von viel grellerem Glanze, etwa wie von angebranntem und ausglimmendem Papiere.

Schließlich wird bemerkt, dafs in jenen Stunden, in welchen obiges Phänomen beobachtet worden, das Barometer in Cöln, etwa vier Meilen vom Beobachtungsorte entfernt, auf 27" 11", 1, das Thermometer $+1^{\circ},3$ R., in Coblenz ersteres auf 27" 6", 6, und letzteres $+6^{\circ},9$ R. gestanden haben.

XIII. Ueber die Hemiedrie und den Hemimorphismus des wolframsauren Bleioxyds; von C. Naumann.

Der Isomorphismus von Kalkerde und Bleioxyd ist durch die Arbeiten von Mitscherlich, Rose, Heeren, Kersten und Johnston wohl ziemlich aufser Zweifel gesetzt, und es scheint daher die früher von Levy angegebene Uebereinstimmung zwischen den Dimensionen des wolframsauren Bleioxydes und der wolframsauren Kalkerde nothwendig stattfinden zu müssen. Nur möchte ich diese Uebereinstimmung nicht in der Weise annehmen, wie Levy gethan, indem dadurch eine Verwechslung der Gestalten aus den Haupt- und Nebenreihen der beiderseitigen Krystallreihen herbeigeführt wird. Levy scheint nämlich die Pyramide $2P\infty$ der wolframsauren Kalkerde mit der Pyramide P des wolframsauren Bleioxydes verglichen zu haben, von welchen jene an der Mittelkante $129^{\circ} 2'$, diese dagegen $131^{\circ} 30'$ misst. Es beruht aber die Disjunction dieser beiden Gestalten keinesweges auf einer willkürlichen krystallographischen Deutung derselben, sondern sie folgt aus den Symmetrieverhältnissen der Combinationen, welche durch das Auftreten hemiedrischer Gestalten in beiden Krystallreihen so bestimmt charakterisirt sind.

Statt des von Levy angedeuteten Zusammenhanges beider Krystallreihen, welcher doch immer noch eine be-

deutende Differenz der Winkel voraussetzt, bietet sich aber ein anderer, genauerer, und mit den Symmetrieverhältnissen der Combinationen völlig übereinstimmender Zusammenhang in dem Umstande dar, daß die Pyramide P des wolframsauren Bleioxydes eine genau $\frac{3}{2}$ mal so große Axe hat, als die Pyramide P der wolframsauren Kalkerde. Setzen wir mit Levy die Mittelkante der letzteren Pyramide $= 112^{\circ} 2'$, so wird die Mittelkante der aus ihr nach dem Coëfficienten $\frac{3}{2}$ abgeleiteten Pyramide $= 131^{\circ} 36'$, wofür Levy am wolframsauren Blei $131^{\circ} 30'$ angiebt. Der Isomorphismus beider Krystallreihen wird hiernach so vollkommen, daß man sie füglich als Theile einer und derselben Krystallreihe betrachten könnte, welche sich nur durch das Auftreten verschiedener einfacher Gestalten unterscheiden.

Die für die wolframsaure Kalkerde so charakteristische pyramidale Hemiëdrie, welcher zufolge die ditetragonalen Pyramiden und Prismen als tetragonale Pyramiden und Prismen von abnormer Flächenstellung auftreten, findet sich auch, nach Breithaupt's Angabe, am wolframsauren Bleioxyd. Schon die gewöhnlichen Varietäten von Zinnwald lassen eine einseitig, nach rechts oder links gewendete Bildung erkennen. Weit deutlicher ist dieß jedoch an der schönen Varietät zu beobachten, welche im Jahre 1832 auf dem Zwieseler Stollen bei Berggießhübel vorkam. Die Krystalle dieser Varietät sind graulichweiß, fast durchsichtig, und so ebenflächig, scharfkantig und stark glänzend, daß man sie auf den ersten Anblick für etwas ganz anderes halten möchte. Das hiesige academische Museum und die Sammlung des Herrn Bergrath Freiesleben enthalten sehr ausgezeichnete Stücke davon, und namentlich ist ein in der letzten Sammlung befindliches Exemplar sehr lehrreich, weil es in den verschiedenen Individuen den bestimmtesten Uebergang aus den völlig scharfkantigen, diamantglänzenden Pyramiden in die krummflächigen, spindelförmigen, fettglänzen-

den Säulen erkennen läßt, und somit die Varietäten von Gieslhübel mit jenen von Zinnwald verbindet. Vorzüglich interessant aber wird die Gieslhübeler Varietät durch einen, an vielen Individuen mit großer Bestimmtheit und Regelmäßigkeit ausgebildeten Hemimorphismus, indem diese Krystalle an beiden Enden der Hauptaxe die Flächen verschiedener Gestalten zeigen.

Da dieses, meines Wissens, das erste erwiesene Beispiel von Hemimorphismus aus dem Gebiete des Tetragonalsystems ist, und da auch die übrigen Krystalle, vermöge ihrer sehr deutlichen hemiëdrischen Ausbildung, interessant sind, so mögen sie etwas näher beschrieben werden.

Die einfachsten Formen sind die Pyramide P oder auch die Combination $P.OP$, Fig. 4 Taf. III; sie erscheinen meist sehr ebenflächig, scharfkantig, diamantglänzend, lassen jedoch gewöhnlich eine zarte Streifung in der Weise erkennen, wie es die Figur zeigt, wodurch sich sogleich die pyramidale Hemiëdrie der Krystallreihe verrieth. Das Merkwürdige bei dieser Streifung ist, daß solche durch Flächen-Elemente, nicht einer halben ditetragonalen Pyramide P_n , sondern der tetragonalen Pyramide P_∞ hervorgebracht wird, wodurch die von mir früher ausgesprochene Ansicht bestätigt zu werden scheint, daß in hemiëdrischen Krystallreihen dieser Art die Flächen der Pyramiden der Nebenreihen zwar vollzählig auftreten, aber eigentlich doch nur, entweder als die rechten oder als die linken Hälften der Flächen dieser Pyramiden zu deuten sind.

Fig. 5 stellt die Combination $P. \infty P. \frac{1}{r} \infty \frac{P_2}{2}$ vor, in welcher die prismatischen Flächen fettglänzend und etwas gekrümmt sind, während die pyramidalen Flächen noch diamantglänzend und eben erscheinen. Zwischen P und ∞P_2 treten zuweilen als Abstumpungsflächen ihrer Com-

binationsskanten die Flächen einer halben ditetragonalen Pyramide in $P \frac{2m}{m+1}$ (wahrscheinlich $2P\frac{1}{2}$) auf, Fig. 6, immer etwas gekrümmt und mit abgerundeten Kanten in die anstossenden Flächen übergehend. Diese beiden Combinationen erklären die gewöhnlichen Krystalle von Zinnwald, indem gleichzeitig durch Verlängerung des Prismas und durch Krümmung und oscillatorische Combination der Flächen Formen wie Fig. 7 und 8 entstehen, welche endlich in die fast spindelförmigen Säulen wie Fig. 9 übergehen. Indefs pflegen die Zinnwalder Krystalle gewöhnlich statt P eine spitzere Pyramide zu haben.

Sehr ausgezeichnet vor allen bisher betrachteten ist die in Fig. 10 dargestellte hemimorphische Combination, welche meist so regelmässig wie ein Modell ausgebildet vorkommt. Die obere Hälfte des Krystalls zeigt P, $2P\frac{1}{2}$, zuweilen auch OP, die untere Hälfte dagegen $P\infty$, $3P3$ und P; diese letztere sehr untergeordnet, oft nur in schwachen Spuren. Die Flächen von P sind wie gewöhnlich stark glänzend und glatt, oder höchst zart gestreift; die von $P\infty$ dagegen schimmernd und rauh durch zahlreiche punktartige Elemente der unteren Flächen von P; die Flächen von $3P3$ und $2P\frac{1}{2}$ endlich sind fettglänzend, gekrümmt und in einander verlaufend. Während die Bestimmung der Flächen $2P\frac{1}{2}$ nur wahrscheinlich ist, liess sich die der Flächen $3P3$ mit Sicherheit und unabhängig von aller Messung aus den Zonenverhältnissen folgern.

Ob dieser Hemimorphismus mit polarer Elektricität verbunden ist, konnte ich nicht prüfen, da mir keine isolirten Krystalle zu Gebote standen.

XIV. Ueber das gediegene Iridium.

Im neunten Bande, S. 1 und S. 96, von Schweigger's Jahrbuch für Chemie und Physik beschrieb Breithaupt Körner aus dem Uralschen Platin, die vorzüglich dadurch ausgezeichnet waren, daß sie das höchste specifische Gewicht besitzen, welches wir kennen. Breithaupt beschreibt ihre Eigenschaften folgendermaßen:

Die Körner sind abgerundet und voller kleiner Höhlungen, eins derselben zeigte jedoch Spuren von KrySTALLISATION; Breithaupt hielt es für ein Fragment eines Octaëders. Sie sind nach drei Richtungen spaltbar, wie es schien, nach denen des Hexaëders, doch sind die Spaltungsflächen nur schwer zu erhalten.

Die Körner haben starken und vollkommenen Metallglanz. Aeußerlich haben sie eine silberweiße Farbe, welche stark in's Gelbe fällt, innen eine silberweiße, welche in's Platingraue fällt.

Ihre Härte steht zwischen der des Feldspaths und des Quarzes; sie poliren daher auch die beste Feile, und sind mithin härter als alle bekannten Metalle und Metallcompositionen. Sie sind nur im geringen Grade dehnbar.

Das specifische Gewicht mehrerer Körner, die zusammen 0,1035 Drachmen wogen, fand Breithaupt 23,646. Das Gewicht zweier einzelnen Körner davon, die 0,03875 Drachmen und 0,0404 Drachmen (also etwa 0,14 und 0,136 Grammen) wogen, fand er 21,527 und 22,494.

Aus den Versuchen, die Breithaupt mit Lampadius anstellte, ergab sich, daß die Körner fast nur aus Iridium mit nur sehr wenigem Osmium beständen, weshalb er dem neuen Minerale den Namen *gediegene Iridium* ertheilte.

Als im Sommer vorigen Jahres Hr. Prof. Schüler aus Freiberg nach Berlin kam, brachte er ein solches Korn mit, was Hr. Prof. Breithaupt für übereinstimmend mit den von ihm beschriebenen Körnern erklärt hatte. Prof. Schüler erlaubte mir sein specifisches Gewicht zu bestimmen; ich fand es 21,85 (Temperatur des Wassers 12° R.), sein absolutes Gewicht betrug 0,2840 Grammen.

Es glich im Aeufsern einem andern Korne, welches ich unter einer Partie Osmium-Iridiums von Newiansk im Ural gefunden hatte, und dessen specifisches Gewicht ich nun auch bestimmte. Sein absolutes Gewicht betrug 0,2622 Grm., sein specifisches 22,8000 (Temperatur des Wassers 12° R.).

Das Korn war ursprünglich etwas gröfser gewesen; ich hatte früher noch ein Stückchen davon abgeschlagen, um zu sehen, ob es die Spaltbarkeit des Osmium-Iridiums besitze, wofür ich es vor der Ankunft des Prof. Schüler gehalten hatte. Ich hatte zwar diese Spaltbarkeit nicht gefunden, war aber doch bei meiner Meinung geblieben, weil die Spaltungsflächen des Osmiums-Iridiums, wegen seiner großen Härte, schwer zu erhalten sind. Vor dem Löthrohr hatte ich das abgeschlagene Stückchen untersucht, und, wie bei dem gewöhnlichen Osmium-Iridium, keinen Osmiumgeruch, wie überhaupt keine Veränderung bemerkt.

In Rücksicht der Farbe stimmte mit den erwähnten Körnern noch ein Krystall überein, den ich selbst von Nischne Tagilsk mitgebracht hatte, wo ich ihn aus einer gröfseren Menge Platins, nebst den schon früher beschriebenen bleigrauen Tafeln von Osmium-Iridium ausgesucht hatte. Es war eine Combination des Hexaëders mit dem Octaëder, mit vorherrschenden Octaëderflächen, letztere recht glattflächig, doch nicht so glänzend, dafs sie Bilder reflectirten, daher der Krystall auch nur mit dem Anlege-Goniometer zu messen war. Die Hexaëderflächen

waren ungefähr 1 Linie breit. Ich hatte ihn noch nicht anderweitig untersucht, als ihn im Herbst vorigen Jahres Herr Professor Breithaupt bei seiner Anwesenheit in Berlin sah, und wegen seiner weißen Farbe vermuthete, daß er ebenfalls zu seinem gediegenen Iridium gehören möchte. Die Untersuchung des specifischen Gewichtes, die ich später vornahm, bestätigte diese Meinung vollkommen. Ich fand sein specifisches Gewicht 22,65 (Temperatur des Wassers 9°,3). Sein absolutes Gewicht beträgt nur 0,1880 Grammen.

Das erstere Korn nebst dem abgeschlagenen Stückchen hatte ich im vorigen Sommer an Berzelius geschickt, mit der Bitte es zu analysiren, wenn er es der Mühe werth hielt. Vor einigen Tagen hatte er die Güte, mir die Resultate der Untersuchung, die damit vorgenommen war, zu schreiben; und ich erlaube mir, wegen des Interesses des Gegenstandes, aus seinem Schreiben das hierher Gehörige mitzutheilen. Berzelius hatte die Analyse einem jungen Manne, dem Lieutenant Svanberg aufgetragen, der seit einem Jahre in seinem Laboratorium arbeitet, und sie unter seiner Aufsicht bewerkstelligte ¹). Bei der Operation wurde durchaus keine Entwicklung von Osmium bemerkt. Svanberg fand in dem Korne:

Iridium	76,85
Platin	19,64
Palladium	0,89
Kupfer	1,78
	<hr/>
	99,16.

1) Berzelius hatte die Analyse nicht selbst angestellt, weil es nach den vorhandenen Untersuchungen wahrscheinlich war, daß das Korn Osmium enthielte, und er, wie er mir schrieb, nicht die geringste Entwicklung von Osmium ertragen kann, ohne nicht sogleich einen fast convulsivischen Anfall von Husten zu bekommen.

nebst einer unwägbaren Spur von einer Substanz, die dem Titane glich, aber doch nicht bestimmt für Titan erkannt werden konnte, hält indessen doch die Zahlen nicht für völlig genau, da die geringe Menge des Minerals die Sicherheit in der Bestimmung verhinderte, welche erhalten werden kann, wenn man eine grössere Menge des Minerals zur Untersuchung anwenden kann.

Gustav Rose.

XV. *Vorkommen des Platins in Ava und am Harz.*

Im letzten Jahrgange dieser Annalen (Bd. XXXI S. 590) gaben wir Nachricht von der Auffindung des Platins in Frankreich, ohne zu ahnen, daß wir so bald wiederum Gelegenheit haben würden, von neuen Vorkommnissen dieses immer noch seltenen Metalles reden zu können. Eine solche ist uns jedoch gegenwärtig in doppelter Weise dargeboten, einmal durch einen Aufsatz des Hrn. Prinsep im neuesten Bande (*Vol. XVIII pt. II p. 279*) der *Asiatic Researches* (*Calcutta 1833*), und dann durch eine briefliche Mittheilung des Hrn. Berzelius an Prof. Gustav Rose; wir können uns daher nicht versagen, aus den in beiden Quellen enthaltenen Nachrichten über neue Fundorte des Platins Einiges herauszuheben.

Das in Hrn. Berzelius Schreiben nachgewiesene Vorkommen des Platins ist zunächst nur in wissenschaftlicher Rücksicht von Interesse, macht aber in dieser Beziehung auf volle Beachtung Anspruch, da es zum ersten Male Deutschland mit Gewissheit in die Reihe der platinführenden Länder stellt ¹⁾. »Hr. Baron v. Wrede — so heisst es in

1) Eine apokryphe Nachricht über früher in Böhmen vorgekommenes Platin wurde bereits in diesen Annalen, Bd. XI S. 312, mitgetheilt.

jenem Schreiben — welcher neulich von mir zu einem gewissen Behufe etwas von dem Palladium erhielt, welches Bennecke bei seinen Versuchen auf der Wilhelms-hütte (am Harze) ¹⁾ aus dem Golde gezogen und mir zugesandt hatte, hat darin etwas Platin gefunden, woraus hervorgeht, daß dieses Metall, wenn gleich nur in geringer Menge, sich auch in Deutschland vorfindet.«

Hrn. Prinsep's Aufsatz lehrt uns das Birmanen-Reich als eine neue Fundgrube des Platins kennen, welche dereinst, wenn jene Länder einmal in die Hände der Briten gefallen seyn werden, vielleicht auch für den Handel von Wichtigkeit werden kann. Nachstehendes ist der Hauptinhalt dieses Aufsatzes.

Die Vermuthung, daß Platin im Goldsande von Ava vorkomme, hegte zuerst Hr. Charles Lane, ein zu *Amerapura*, der Hauptstadt der Birmanen (Burmese) wohnhafter britischer Kaufmann, im Jahre 1830. Derselbe sandte durch den Major Burney, britischen Residenten in genannter Stadt, unter mehren Mineralien ein Knöpfchen des für Platin gehaltenen Metalls an Herrn Swinton, und dieser zeigte dasselbe am 31. Jan. 1831 in der Asiatischen Gesellschaft zu Calcutta vor. Schon von diesem Knöpfchen unterwarf Hr. Prinsep einen Theil einer chemischen Untersuchung, und fand dadurch, daß es eine durch Kunst erzeugte Legirung sey von Platin, Gold und Iridium, nebst Eisen, Arsenik und Blei, welches letzteres offenbar zugesetzt worden war, um die Masse schmelzbar zu machen. Diese Legirung besaß das specifische Gewicht 17,2 und schmolz bei 1900° von Hr. Prinsep's Pyrometer (*Annal.* Bd. XIV S. 525).

Diese wenigstens das Vorkommen des Platins in Ava erweisende Versuche machten Hr. Prinsep begierig, das Erz in seinem natürlichen Zustande kennen zu lernen. Er wandte sich deshalb an Hr. Lane, und dieser erfüllte auch seinen Wunsch; allein erst im fol-
1) S. *Annalen*, Bd. XVI S. 491.

genden Jahre war derselbe im Stande einige Körner des natürlichen Erzes zu übersenden, und seit dieser Zeit schlugen ihm alle Bemühungen fehl, eine zweite und größere Portion zu erhalten.

Hr. Lane hatte seine erste Sendung mit folgenden Bemerkungen begleitet: »Gemengt mit dem Goldstaube, welcher nördlich von Ava gefunden wird, kommen Metallkörner vor, ganz wie Eisen aussehend, die leicht angegriffen, und auch vom Magnet angezogen werden. Schmilzt man diese Körner, und hält sie so lange in Schmelzung, bis man das Metall sich nicht länger verschlacken sieht, so bleibt auf dem Boden des Tiegels ein Metallklumpen zurück. Diefes Metall mit Gold gemischt erhöht den Glanz desselben. Die Ohrringe des Königs sind von einer kleinen mit reinem Gold gemischten Menge desselben gefertigt. Es ist sehr spröde; alle unsere Bemühungen, es schmiedbar zu machen, waren bisher fruchtlos«.

Zu diesen Nachrichten bekam Hr. Swinton im Januar 1832 vom Major Burney noch folgende Zusätze:

»Ich finde, dafs ein guter Theil des Platinerzes aus den Giefsbächen und kleinen Flüssen her stammt, die von Westen, nahe bei der Stadt *Kannee*, in den *Kyendween*-Strom fallen. Wie Hr. Lane mir sagte, wird es auf eine sehr sonderbare Weise gesammelt, obgleich er die Richtigkeit der Angabe bezweifelt. Die Hörner einer in diesem Lande lebenden wilden Kuh, *Tsain* genannt, vielleicht das Nylgao von Hindostan, sind, ehe das Thier ein Alter von zwei bis drei Jahren erreicht, mit einem sammtartigen Ueberzug bekleidet. Von diesen Hörnern wird eine Anzahl in dem Bette der kleinen Ströme befestigt, und am Ende der regnigten Jahreszeit, wenn das Wasser fällt, ein Zeug (*cloth*) über jedes einzelne Horn niedergelassen, dann werden die Hörner mit dem Zeuge, und einer Portion Sand darum, heraufgezogen. Die Hörner scheinen einen guten Theil von dem durch die Bäche

heruntergespülten Goldstaubes um sich her zu sammeln, und mit diesem Staube finden sich die Platinkörner gemengt.«

»Der Burmese sieht hauptsächlich nur auf den Goldstaub, sondert ihn ab und bringt ihn allein nach Ava. Hr. Lane hat die Leute, welche diesen Handel treiben, oft aufgefordert, ihm alles mit den Hörnern Herausgezogene zu überbringen, dieselben bis jetzt aber noch nicht dazu überreden können. Diese Hörner kosten das Stück zuweilen 12 bis 13 Ticals; zuweilen werden Hirschgeweihe (*deer's horns*) statt derselben gebraucht.«

»Der Burmese nennt das Platin *Sheen-than*¹⁾. Viel des Erzes findet sich auch unter dem Goldstaube aus den kleinen Flüssen, die von Norden her, in der Richtung von *Banman*, in den *Irawadi* fallen.«

Einen Theil (50 Gran) des von Hrn. Lane erhaltenen natürlichen Erzes hat nun Hr. Prinsep einer chemischen Analyse unterworfen, die er selbst jedoch für roh erklärt, und die in der That auch sehr eine genauere Untersuchung wünschenswerth macht. Mit Bestimmtheit geht aus dieser Analyse nur hervor, daß das Erz *Platin* enthält (durch den Niederschlag mit Chlorkalium bestimmt), und daß es wesentlich vom amerikanischen und uralischen abweicht, da der (durch Königswasser ausziehbare) Platingehalt nur etwa 20 Procent beträgt. Beinahe 60 Procent des Erzes lösten sich nicht in siedendem Königswasser, und diesen Rückstand erklärt Hr. Prinsep für *Iridium*. Es ist aber keine Reaction angegeben, aus der man die Richtigkeit dieses Schlusses erkennen könnte. Was der Rückstand eigentlich sey, muß daher vor der Hand noch ganz dahin gestellt bleiben. Uebrigens hatte das rohe Erz ein specifisches Gewicht von 12,17, und hielt beigemengt: Spinell, Augit, Quarz, Smaragd, Goldkörner (0,02) und Magnet Eisenstein. Von dem eigentlichen Platinerze ließen sich zwei Arten unterscheiden:

1) Natürlich nach englischer Aussprache gelesen.

silberweifse, glänzende und dunkelschwarze Körner, die aber nicht gesondert zerlegt wurden.

XVI. Optische Täuschung nach Betrachtung eines in Bewegung begriffenen Körpers.

Hr. Addams besuchte vor einiger Zeit die berühmten Wasserfälle von Foyers, am Ufer des Loch-Nefs in Schottland, und beobachtete dabei folgende Erscheinung.

Nachdem er, der Mitte des ungefähr 70 Fufs hohen Falls gegenüberstehend, einen gewissen Theil desselben einige Secunden lang unverwandt angesehen, und darauf seine Augen plötzlich nach der Linken, auf die senkrechte dunkle Felswand zur Seite des herabstürzenden Wassers gerichtet hatte, kam es ihm vor, als sey diese Felswand in einer aufsteigenden Bewegung begriffen, anscheinend von gleicher Geschwindigkeit, wie die umgekehrte des Wassers. Die Erscheinung dauerte ungefähr ein Drittel oder Viertel einer Secunde.

Hr. Addams erklärt sich dieselbe durch eine unwillkürliche oder unbewusste Muscularbewegung des Augapfels, welche eine Verschiebung der Bilder auf der Netzhaut bewirke. (*Phil. Magaz. Vol. V p. 373.*)